

KOMPARASI CROSSING NUMBER 1-3 TERHADAP 1-2 UNTUK MENDETEKSI *RIDGE* DAN *BIFURACTION* MENGGUNAKAN ALGORITMA *MINUTIAE DETECTION*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program
Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



OLEH :

RAHMAD HIDAYAT

11750514767

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2021



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

KOMPARASI CROSSING NUMBER 1-3 TERHADAP 1-2 UNTUK MENDETEKSI *RIDGE* DAN *BIFURACTION* MENGGUNAKAN ALGORITMA *MINUTIAE DETECTION*

TUGAS AKHIR

Oleh:

RAHMAD HIDAYAT

11750514767

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 01 Juli 2021

Pembimbing I

Digitally signed by
Hasdi Radiles
Date: 2021.08.01
10:43:16 +07'00'

Hasdi Radiles, S.T., M.T

NIP. 19770909 201101 1 005

Pembimbing II

Mulyono
Tanggal:
02 Agustus
2021
12:33:01

Mulyono, S.T., M.T

NIP. 19851115 201503 1 003

Ketua Program Studi

Digitally signed
by Ewi Ismaredah
Tanggal:
2021.08.02
15:52:18 WIB

Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom

NIP. 19750992 200912 2 002



- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

KOMPARASI CROSSING NUMBER 1-3 TERHADAP 1-2 UNTUK MENDETEKSI *RIDGE* DAN *BIFURACTION* MENGGUNAKAN ALGORITMA *MINUTIAE DETECTION*

TUGAS AKHIR

Oleh:

RAHMAD HIDAYAT


11750514767

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji

Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 01 Juli 2021

Pekanbaru, 01 Juli 2021

Mengesahkan,


Dr. Hartono, M.Pd
NIP. 1966060 4199203 1 004

Ketua Program Studi

Digitally signed by Ewi Ismaredah
Tanggal: 2021.08.02 16:48:41 WIB
Ewi Ismaredah S.Kom, M.Kom
NIP.19750992 200912 2 002

Dewan Penguji :

Ketua : Dr. Harris Simaremare, S.T., M.T
Sekretaris I : Hasdi Radiles, S.T., M.T
Sekretaris II : Mulyono, S.T., M.T
Anggota I : Rika Susanti, S.T., M.Eng
Anggota II : Sutoyo S.T., M.T


Digitally signed by Harris Simaremare
Date: 2021-07-30 20:20:07.00

Digitally signed by Mulyono
Tanggal: 2021.07.22 11:43:01 WIB

Digitally signed by Sutoyo
Tanggal: 2021.07.27 15:46:48 WIB

Digitally signed by Hasdi Radiles
Date: 2021.07.21 18:31:39 +0700




LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
© UIN SUSKA RIAU

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka. Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 01 Juli 2021

Yang membuat pernyataan

Rahmad Hidayat

NIM. 11750514767



LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, Alhamdulillahirabbil'alam...

Sujud syukurku kusembahkan padaMu Tuhanku, Tuhan Yang Maha Agung nan Maha tinggi, Maha Adil dan Maha Penyayang. Atas kasih sayang-Mu memberiku kekuatan, dan membekali ku dengan ilmu, atas karunia dan kemudahan yang telah Engkau limpahkan pulalah akhirnya Tugas Akhir yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga selalu terlimpahkan keharibaan Rasulallah Muhammad SAW, yang telah membimbing umatnya menjadi manusia-manusia yang beradab, berfikir dan berilmu pengetahuan.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi Ayahanda tercinta,

Terimakasih atas limpahan kasih sayang, atas bimbingan, atas semua yang akan selalu ku ingat dan selalu kurindukan..

Ibunda Tercinta,

Terimakasih atas segala perjuangan tak kenal lelahmu,

Terimakasih untuk selalu mendoakanku,

Terimakasih untuk motivasi dan semangat yang kau berikan padaku

Terimakasih untuk semua pengorbananmu

Maafkan aku ibu sampai hari ini aku masih banyak menyusahkanmu

Tetaplah do'akan aku ibu, Tetaplah disisiku sampai aku bisa membahagiakanmu dimasa tuamu

Kepada Saudaraku,

Karya sederhana ini sebagai bukti aku serius akan keinginanaku untuk melanjutkan pendidikanku, aku berhasil sampai di titik ini tidak lepas dari campur tangan kalian, Keraguan, rasa khawatir kalian selama ini terjawab sudah. Aku berhasil menyelesaikan pendidikan ku, dan tidak berhenti ditengah jalan seperti yang kalian takutkan.

Terimakasih untuk kepercayaan, segala dukungan dan do'a Dan khususnya terimakasih banyak buat saudaraku tercinta yang banyak membantu ibu meringankan beban ibu Maaf saudara kalian ini masih banyak menyusahkan dan membebani kalian

Kepada Sahabatku....

Hidup terlalu berat untuk kujalani sendiri tanpa campur tangan Tuhan dan orang lain. Tak ada tempat terbaik untuk berkeluh kesah bersama sahabat-sahabat terbaikku. Terimakasih banyak kuucapkan kepada sahabat yang selalu ada, teman yang banyak membantu, dan kawan-kawan seperjuangan TE'17

Tetap Semangat untuk kita semua!



KOMPARASI CROSSING NUMBER 1-3 TERHADAP 1-2 UNTUK MENDETEKSI *RIDGE* DAN *BIFURACTION* MENGGUNAKAN ALGORITMA *MINUTIAE DETECTION*

RAHMAD HIDAYAT

11750514767

Tanggal Sidang : 01 Juli 2021

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. HR. Soebrantas No.155 Panam, Pekanbaru

ABSTRAK

Kinerja metode *Minutiae Extraction* yang digunakan untuk absensi sidik jari masih kurang memuaskan. Salah satu penyebab yang diduga adalah proses ekstraksi ciri yang belum optimal yakni *Crossing Number*. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki properti *crossing number*, dengan mengubah tipe 1-2 menjadi 1-3, sehingga kesalahan deteksi *Ridge* dan *Bifuraction* pada algoritma *minutiae extraction* dapat diminimalisasi. Percobaan ini kemudian dilakukan dengan membandingkan kinerja kedua properti ini menggunakan 5, 15 dan 25 sampel gambar sidik jari. Dari percobaan tersebut dibuat dalam skrip Matlab untuk mensimulasikan sistem pengenalan sidik jari tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik *crossing number* 1-3 pada 25 sampel sidik jari memberikan peningkatan identifikasi metode *minutiae extraction* sebesar 8,3% jika dibandingkan dengan teknik *crossing number* 1-2.

Kata Kunci: *minutiae extraction, ridge, bifuraction, komparasi, crossing number*

UIN SUSKA RIAU

COMPARIZED OF CROSSING NUMBER 1-3 TO 1-2 FOR DETECT RIDGE AND BIFURACTION USING ALGORITHM MINUTIAE DETECTION

RAHMAD HIDAYAT

11750514767

Session Date: July 01, 2021

Electrical Engineering Study Program

Faculty of Science and Technology

Sultan Syarif Kasim Riau State Islamic University, Riau

Jl. HR. Soebrantas No.155 Panam, Pekanbaru

ABSTRACT

The performance of the Minutiae Extraction method used for fingerprint attendance is still not satisfactory. One of the suspected causes is that the feature extraction process is not optimal, namely Crossing Number. This study aims to improve the property of the crossing number, by changing types from 1-2 to 1-3. An experiment was conducted to compare the performance of these two property and was tested on 25 sample images. This experiment was then carried out by comparing the performance of these two properties using 5, 15 and 25 fingerprint image samples. From these experiments, it was made in a Matlab script to simulate the fingerprint recognition system. The results showed that the crossing number 1-3 technique on 25 fingerprint samples gave an increase in the identification of the minutiae extraction method by 8,3% when compared to the crossing number 1-2 technique.

Keywords: *minutiae extraction, ridge, bifuraction, comparized, crossing number.*

UIN SUSKA RIAU

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Alhamdulillah Rabbil Alamin, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah swt, berkat rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Komparasi *Crossing Number* 1-3 Terhadap 1-2 Untuk Mendeteksi *Ridge* dan *Bifuraction* Menggunakan Algoritma *Minutiae Detection*”. Shalawat dan puji-pujian semoga tetap tercurah kepada junjungan alam yakni Nabi Muhammad SAW. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan dalam menyelesaikan Mata Kuliah Tugas Akhir 2 di Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Banyak sekali pihak yang telah membantu dalam menyusun laporan tugas akhir ini, baik secara moril maupun materil. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga besar yang telah mendo'akan serta memberikan semangat dan dorongan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Mulyono S.T, M.T., selaku Sekretaris Program Studi, Dosen Penasehat Akademis dan Pembimbing TA Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk Tugas Akhir ini.
4. Bapak Hasdi Radiles, S.T., M.T, selaku Pembimbing TA Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ahmad Faizal, S.T., M.T, selaku Koordinator TA Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk Tugas Akhir ini.
6. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang tidak dapat penulis sebutkan

satu-persatu yang telah memberikan ilmu dan motivasi dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.

7. Alumni/Senior Konsentrasi Telekomunikasi yang telah membimbing dan membantu dalam pengerjaan laporan Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan, Bambang Setiawan, Hutama Hadi, Iffandry Anwar, Khairil Akmal, Muhammad Fajri, Rizky Wahyudi dan Rivaldo Sanofta Ilham yang telah membantu pengerjaan laporan Tugas Akhir ini.
9. Rekan-rekan Konsentrasi Telekomunikasi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan semangat, dorongan, serta masukan untuk laporan Tugas Akhir ini.
10. Rekan-rekan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang juga turut memberikan dorongan semangat kepada penulis untuk dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
11. Rekan-rekan Organisasi KSR PMI Unit 04 UIN Suska Riau yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang juga turut memberikan dorongan semangat kepada penulis untuk dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan adanya masukan berupa kritik maupun saran dari berbagai pihak untuk kesempurnaan laporan ini.

Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Pekanbaru, 01 Juli 2021

UIN SUSKA RIAU

RAHMAD HIDAYAT

11750514767

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR HAK ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	II-1
1.2 Rumusan Masalah	II-2
1.3 Tujuan Penelitian	II-3
1.4 Batasan Masalah	II-3
1.5 Manfaat Penelitian	II-3
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Penelitian Terkait (State of The Art)	II-1
2.2 Biometrika	II-4
2.2.1 Sidik Jari (Fingerprint)	II-4
2.3 Pengolahan Citra Digital	II-6
2.4 Image Enhacement	II-7
2.4.1 Resize	II-7
2.4.2 Binerisasi	II-8
2.4.3 Thinning	II-8
2.5 Feature Extraction	II-9

2.5.1	Minutiae Extraction	II-9
2.6	Pattern Recognition	II-10
2.6.1	Crossing Number	II-10
2.7	Steam and Leaf	II-11
2.8	Perhitungan Error Minutiae Sidik Jari	II-13
2.9	Matlab	II-13
2.10	Usulan Metode Penelitian	II-16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Karakteristik Penelitian	III-1
3.1.1	Sifat Penelitian	III-1
3.1.2	Jadwal Penelitian	III-1
3.1.3	Tahapan Penelitian	III-2
3.2	Data Penelitian	III-3
3.2.1	Dataset Penelitian	III-3
3.2.2	Variabel Penelitian	III-4
3.2.3	Metoda Pengumpulan Data	III-4
3.3	Implementasi Penelitian	III-5
3.4	Metoda Analisa	III-5
3.4.1	Skenario Penelitian	III-5
3.4.2	Tahapan Analisa	III-7
3.4.3	Teknik Penarikan Kesimpulan	III-11
BAB IV HASIL DAN ANALISA		IV-1
4.1	Analisa Identifikasi Minutiae Extraction	IV-1
4.2	Analisa Teknik Crossing Number	IV-2
4.2.1	Morphology Based Sidik Jari	IV-2
4.2.2	True and False Minutiae	IV-4
4.2.3	Validation Minutiae	IV-9
4.3	Hasil Analisa	IV-10
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Klasifikasi pada citra sidik jari (a) <i>Arch</i> , (b) <i>Loop</i> dan (c) <i>Whorl</i>	II-5
Proses <i>Resize Image</i> 32x32	II-7
Citra <i>Binerisasi</i>	II-8
Transformasi <i>Morfologi Hit-Miss</i> : (a) <i>Target</i> , dan (b) Citra Yang Berisi <i>Target</i>	II-8
Klasifikasi dari Teknik <i>Minutiae</i>	II-9
Tampilan Awal <i>Software</i>	II-11
Tampilan Aplikasi MATLAB	II-13
8 Tampilan <i>Home</i> pada MATLAB.....	II-14
9 Tampilan <i>Editor</i> pada MATLAB.....	II-14
10 Tampilan <i>Workspace</i> pada MATLAB	II-14
1.1 Flowchart Tahapan Penelitian	III-2
1.2 Desain Sistem Identifikasi Sidik Jari	III-3
1.3 Flowchart Tahapan Analisa Penelitian.....	III-6
1.1 Proses Ekstraksi <i>Minutiae</i> CN 1-2	IV-1
1.2 Proses Ekstraksi <i>Minutiae</i> CN 1-3	IV-1
1.3 Morphology Based Sidik Jari CN = 1 dan CN = 2 :	
(a) <i>Ridge Ending Point</i> , (b) <i>Continuing Ridge Ending Point</i>	IV-2
1.4 Morphology Based Sidik Jari CN = 1 dan CN = 3 :	
(a) <i>Ridge Ending Point</i> , (b) <i>Bifuraction</i>	IV-2
1.5 Pencarian <i>True Ridge</i>	IV-3
1.6 Pencarian <i>False Ridge</i>	IV-3
1.7 Pencarian <i>True Bifuraction</i>	IV-4
1.8 Pencarian <i>False Bifuraction</i>	IV-4
1.9 Pencarian <i>True Ridge</i>	IV-5
1.10 Pencarian <i>False Ridge</i>	IV-5
1.11 Pencarian <i>True Bifuraction</i>	IV-6
1.12 Pencarian <i>False Bifuraction</i>	IV-6
1.13 Pencarian <i>True Ridge</i>	IV-7
1.14 Pencarian <i>False Ridge</i>	IV-7
1.15 Pencarian <i>True Bifuraction</i>	IV-8
1.16 Pencarian <i>False Bifuraction</i>	IV-8

4.17	Identifikasi <i>error</i> pada 5 image sidik jari.....	IV-9
4.18	Identifikasi <i>error</i> pada 15 image sidik jari.....	IV-9
4.19	Identifikasi <i>error</i> pada 25 image sidik jari.....	IV-10



UIN SUSKA RIAU

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

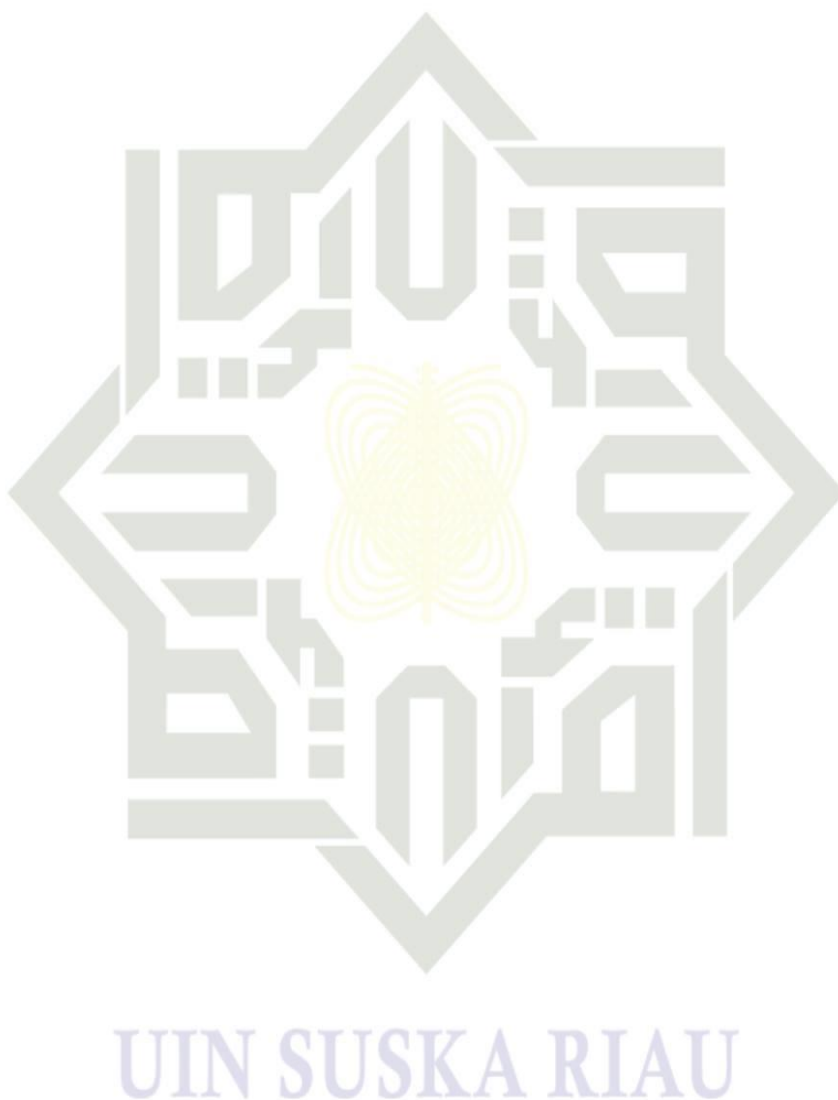
DAFTAR RUMUS

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Ditinjau Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





DAFTAR SINGKATAN

- ME = *Minutiae Extraction*
 LBP = *Local Binary Pattern*
 GLCM = *Gray Level Oc-currence Matrix*
 AP = *Allignment Point Pattern*
 SM = *Spurious Minutiae*
 CN = *Crossing Number*
 ROI = *Region of Interest*
 SVM = *Support Vector Machine*
 LVQ = *Learning Vector Quantization*
 MD = *Minutiae Detection*
 IP = *Isolated Point*
 REP = *Ridge End Point*
 CRP = *Continuos Ridge Point*
 BP = *Bifuraction Point*
 CP = *Crossing Point*
 GUI = *Graphical User Interface*
 API = *Application Program Interface*
 CMD = *Command Window*

- Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

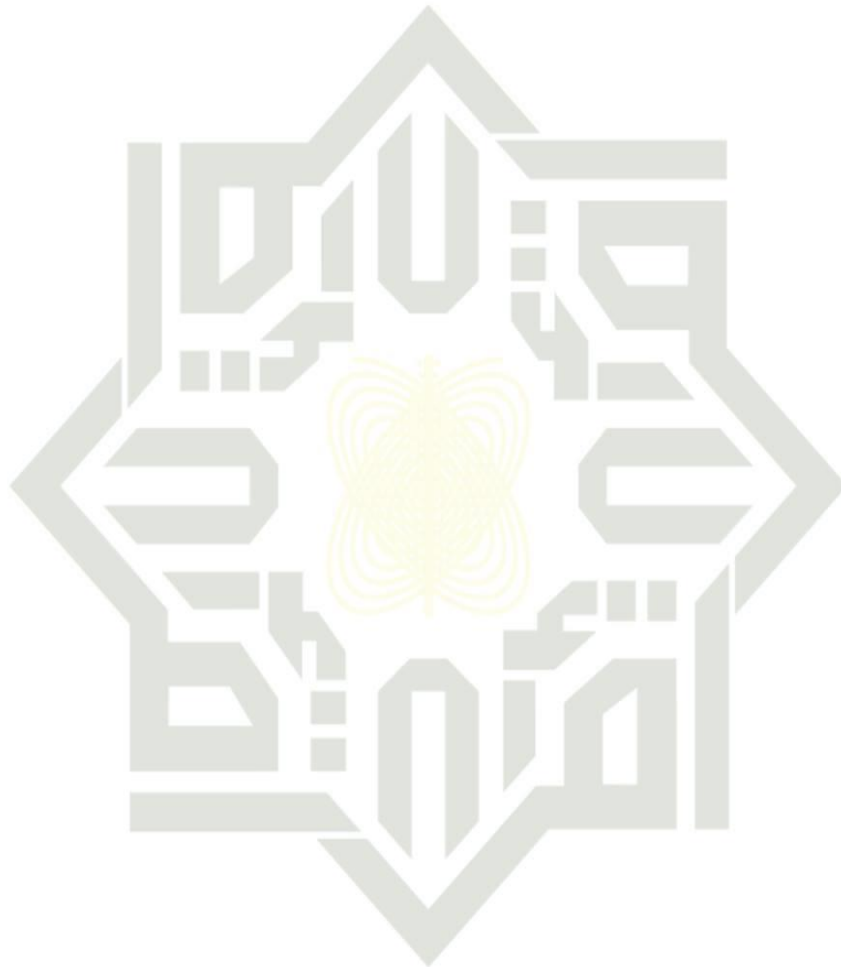


DAFTAR LAMPIRAN

1. Database Sidik Jari	A-1
2. Data Percobaan <i>Minutiae</i>	B-1
3. List Algoritma Program MATLAB	C-1

Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Pemanfaatan informasi biometrika manusia seperti halnya sidik jari, sangat membantu dalam mengidentifikasi seseorang. Salah satu realisasinya adalah dalam urusan absensi kepegawaian, terutama pada institusi atau perkantoran dengan jumlah karyawan yang cukup besar. Kemudahan dalam merekam absen dan sifatnya yang *paperless* dapat meningkatkan efektifitas dan kinerja sistem manajemen perkantoran. Hanya dengan melakukan scanning pada mesin absensi data sidik jari dapat direkam secara lebih efektif [1], sehingga mengantisipasi kejujuran autentifikasi kehadiran dibandingkan absensi secara *manual*. Manajemen informasi secara digital jauh lebih efektif dalam menghindari kesalahan dan lamanya waktu yang diperlukan dalam merekapitulasi absensi. Sehingga, keberadaan mesin absensi dapat meningkatkan kinerja pengelolaan administrasi kepegawaian terutama untuk perusahaan-perusahaan berskala besar.

Pentingnya administrasi absensi dalam mendisiplinkan lingkungan kerja sangat diperlukan institusi manapun untuk mencatat rekapitulasi kehadiran pegawai. Akan tetapi, pada saat melakukan proses *check-log* sehingga pegawai mengalami kegagalan absensi sehingga memicu terjadinya antrian di mesin absen. Dari salah satu referensi menyebutkan, ternyata alasan utama dalam keterlambatan tersebut disebabkan oleh tidak efektifnya sistem absensi yang diberlakukan di kantor [2]. Sistem absensi tersebut bekerja pada mesin absensi dengan meletakkan posisi jari pada *monitor* layar dengan durasi waktu selama 5 detik [3]. Andaikan, suatu perkantoran memiliki 100 orang pegawai, maka diperlukan waktu untuk proses absensi selama 1 jam untuk kehadiran seluruh pegawainya di pagi hari. Dengan kata lain, tingkat akurasi dari mesin absensi tersebut belum optimal dan perlu untuk diperbaiki. Sehingga permasalahan meningkatkan identifikasi pengenalan sidik jari menjadi topik penelitian yang dilakukan penulis saat ini.

Kinerja sistem pengenalan sidik jari umumnya terbagi dalam tiga tahapan, yakni proses pemindaian (*scanning*), ekstraksi ciri (*feature extraction*) dan pengenalan pola (*pattern recognition*). Proses *scanning* sangat bergantung pada teknologi *hardware* yang digunakan dengan berbagai macam pilihan hasil *image* yang diinginkan [4]. Kemudian *feature extraction* dilakukan dengan memperbaiki terlebih dahulu *image* hasil *scanning*



melalui teknik *image enhancement* yang diperlukan [5]. Terdapat banyak teknik dan metoda dalam menghasilkan *feature extraction* yang telah digunakan dalam penelitian sebelumnya [6]. Sedangkan proses terakhir adalah *pattern recognition*. Dengan kata lain, perlu pengkajian lebih lanjut pada kedua proses terakhir, dalam mengidentifikasi *error* dari sistem pengenalan sidik jari tersebut.

Metode yang sering digunakan pada *feature extraction* adalah, *Minutiae Extraction* (ME), *Local Binary Pattern* (LBP), dan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Metoda ME selain sering digunakan dalam penelitian, juga dapat mendeteksi jenis-jenis guratan sidik jari baik itu punggung (*ridge*), percabangan (*bifuraction*) dan guratan lainnya lebih baik dari dua metoda lainnya [7]. Meskipun LBP mampu mengukur jarak antar *pixel* menggunakan algoritma PCA [8], tetapi akurasi pengenalan ciri yang dihasilkannya masih kurang baik [9]. Hal yang sama juga terjadi pada metode GLCM, yang masih menggunakan *euclidean distance* dengan kemampuan mengukur jarak antar *region* dalam menyimpan *matrix* kookurensi [10]. Sehingga metoda ME, hingga saat ini lebih dominan dalam meningkatkan kinerja ekstraksi ciri pada proses pengenalan sidik jari.

Akan tetapi, metode ME masih mengalami kendala dalam mengidentifikasi *ridge* dan *bifuraction* pada pola sidik jari [11]. Teknik *allignment point pattern* (ALP) telah diusulkan untuk memperbaiki proses identifikasi permasalahan tersebut [12][13], meskipun masih terdapat permasalahan dalam menentukan jarak antar *minutiae* yang dihasilkan [13]. Teknik *spurious minutiae* (SM) juga telah diusulkan dalam memperbaiki masalah metode ME. Tetapi teknik ini justru memicu permasalahan orientasi *minutiae* sehingga sulit membedakan *minutiae* asli dan palsu [14]. Sedangkan teknik *crossing number* (CN) lebih baik dalam mengatasi efek samping yang ditimbulkan oleh teknik sebelumnya [14],[15].

Dalam penggunaan teknik CN ada lima jenis pendeteksian sidik jari yaitu, 0-*isolated point*, 1-*ridge ending point*, 2-*continuing ridge point*, 3-*bifuraction point* dan 4-*crossing point* [15]. Dari lima jenis pendeteksian sidik jari, penggunaan kombinasi teknik CN 1-2 telah dilakukan pada penelitian sebelumnya dengan akurasi *error rate* sebesar 21% [13]. Sehingga penulis mempunyai ide usulan penelitian ini untuk membandingkan pendeteksian sidik jari kombinasi teknik CN 1-3 dengan 1-2. Dari hasil tersebut dapat digambarkan penggunaan teknik CN mana yang dijadikan sebagai penelitian selanjutnya. Sehingga pengembangan teknik ini akan menjadi fokus pembahasan utama dalam penelitian ini.



1.2 RUMUSAN MASALAH

Permasalahan kurang optimalnya identifikasi sidik jari pada mesin absensi diduga karena besarnya kegagalan deteksi *ridge* dan *bifuraction* menggunakan teknik CN pada algoritma ME. Penelitian ini mengusulkan untuk mengubah properti yang sebelumnya dari konfigurasi 1-2 menjadi 1-3. Sehingga rumusan permasalahan penelitian ini dapat dinyatakan sebagai berikut: “*Bagaimanakah komparasi kinerja CN 1-3 terhadap CN 1-2 pada algoritma ME untuk mendeteksi Ridge dan bifuraction dalam meminimalkan error sidik jari?*”

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Sesuai dengan rumusan masalah yang sudah dipaparkan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini ialah : Menguji komparasi kinerja CN 1-3 terhadap CN 1-2 pada algoritma ME untuk mendeteksi *ridge* dan *bifuraction* dalam proses identifikasi sidik jari

1.4 BATASAN MASALAH

Batasan-batasan yang digunakan untuk mempersempit ruang lingkup rumusan masalah, sehingga arah penelitian lebih terfokus.

1. Dalam penelitian ini, definisi kinerja adalah hasil deteksi yang dihasilkan oleh teknik CN pada algoritma ME
2. Algoritma ME yang digunakan dalam penelitian ini adalah bentuk *standard* sebagaimana akan dijelaskan pada bagian teori.
3. Penelitian ini hanya mengamati fitur sidik jari pada *ridge* dan *bifuraction*
4. Identifikasi sidik jari ini hanya diujikan pada 25 sampel yang diberikan dalam penelitian ini.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang dapat diambil setelah melakukan penelitian ini baik bagi penulis, lembaga institusi dan perusahaan yaitu:

1. Akademisi
 - Sebagai perencanaan perbaikan penggunaan teknik CN dalam hal meminimalkan *error* sidik jari sehingga mendapatkan akurasi yang memuaskan.

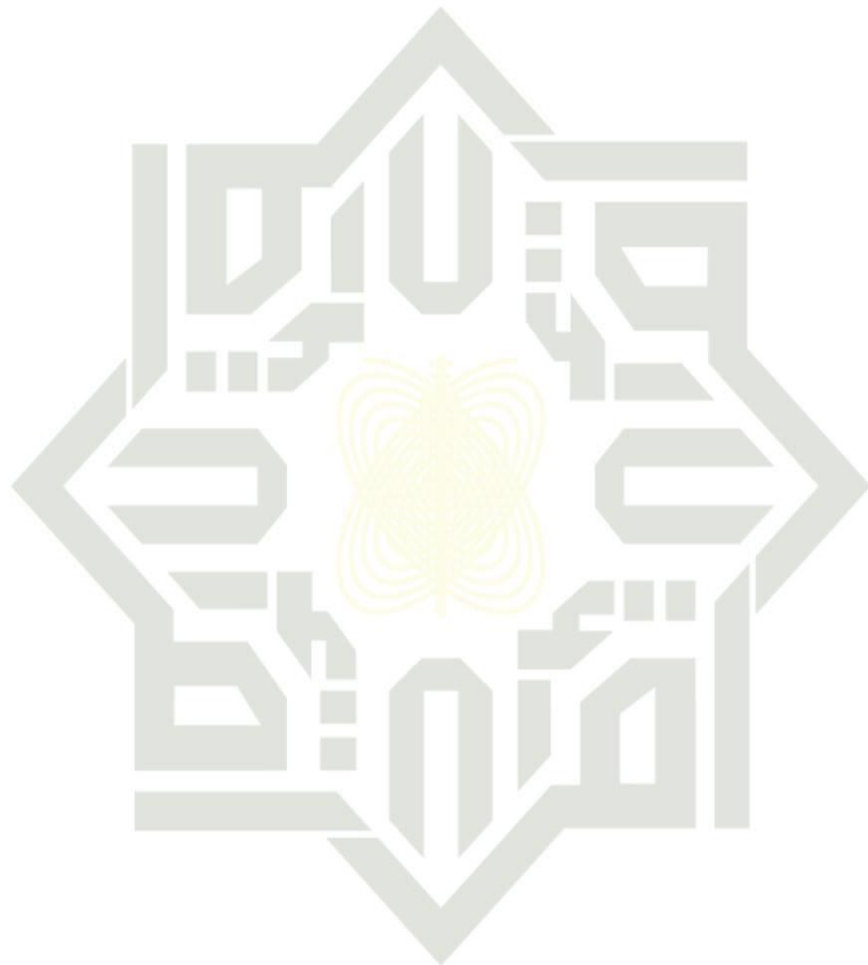
Sebagai referensi penelitian tentang usulan perbaikan penggunaan teknik CN pada algoritma ME dalam mengidentifikasi sidik jari untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

Industri

Sebagai usulan perbaikan algoritma dalam memperbaiki *model* mesin absensi sidik jari yang sebelumnya.

● **Hak Cipta Dimindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

PENELITIAN TERKAIT (STATE OF THE ART)

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan studi literatur yang merupakan perbandingan beberapa referensi dari teori yang bersangkutan yang diambil dari jurnal. Penelitian tersebut tentang Perbaikan kualitas gambar berdasarkan citra sidik jari, Peningkatan kualitas citra berdasarkan akurasi *error* dari citra sidik jari dan pola pengenalan berdasarkan pembagian objek dari citra sidik jari.

Penelitian yang dilakukan [8], Dalam penelitian tersebut, *resizing*, *grayscale* dan *segmentasi* digunakan sebagai *image enhancement*. Pada *resizing* digunakan untuk meningkatkan kualitas citra masukan dan ukuran gambar, *grayscale* digunakan untuk mengubah citra RGB menjadi *grayscale* agar dapat mempermudah garis *line profil*, dan *segmentasi* digunakan untuk membagi suatu citra menjadi wilayah yang serupa berdasarkan tingkat keabuan piksel. Pada metoda *learning vector quantization* digunakan sebagai *feature extraction*, dimana kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan *kompetitif* ini hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor *input*. Jika 2 vektor *input* mendekati sama, maka lapisan *kompetitif* akan meletakkan kedua vektor tersebut ke dalam kelas yang sama. Dan jaringan syaraf tiruan sebagai *pattern recognition*, dimana pada setiap *neuron* akan menerapkan fungsi aktivasi terhadap sinyal hasil penjumlahan berbobot yang masuk kepadanya untuk menentukan sinyal keluarannya [8].

Menurut [12], dalam penelitian tersebut, *normalisasi*, *binerisasi*, *mean* dan *median filter*, *block estimation* dan *segmentasi* digunakan sebagai *image enhancement*. Pada *normalisasi* digunakan untuk mendapatkan citra yang normal dengan *variansi* 1 dan *mean* 0. Pada *binerisasi* digunakan untuk mengkonversi citra hasil *normalisasi* menjadi hitam dan putih dengan nilai 0 dan 1. Pada *mean* dan *median filter* digunakan untuk menyeimbangkan nilai piksel pada citra yang ada di sekitarnya dan menggantikan nilai tengah pada citra 3x3 yang telah diurutkan dari nilai terkecil ke nilai terbesar dari 1/9. Pada *block estimation* digunakan untuk mengestimasi arah *blok* untuk setiap citra sidik jari dengan ukuran *blok* 16x16. Dan Pada *segmentasi* mengesktraksi *region of interest* (ROI). Pada metoda *minutiae extraction* sebagai *feature extraction* dimana *minutiae* yang digunakan yaitu *ridge ending* dan *bifurcation*. Jika nilai dari CN=1 maka *minutiae* akan di tandai sebagai *ridge ending* sedangkan jika nilai CN=3 akan di tandai sebagai *bifurcation*. Sedangkan pada



alignment point pattern sebagai *pattern recognition*, dimana setiap *ridge* yang terdeteksi memiliki titik *minutiae* akan direpresentasikan sebagai koordinat poin $(x_1y_1), (x_2y_2), \dots (x_ny_n)$. Untuk setiap *ridge* yang terdeteksi sebelumnya akan dibandingkan dengan *ridge* dari citra sidik jari lain untuk mendapatkan kecocokan [12].

Penelitian yang dilakukan [13], Dalam penelitian tersebut *normalisasi*, *binerisasi*, *smoothing* dan *thinning* digunakan Sebagai *image enhancement*. Pada *normalisasi* digunakan *histogram equalization* untuk menyesuaikan nilai intensitas atau *grey level* pada gambar. Pada *binerisasi* terjadi transformasi dari *grayscale* menjadi gambar *biner*. Pada *smoothing* digunakan *mean filter* untuk menghilangkan *noise* dengan baik. Dan pada *thinning* digunakan metoda *hit-miss* untuk menghapus *pixel* putih disekitar inti nilai dari garis. Kemudian pada *miniutae extraction* sebagai *feature extraction* yang dapat mengekstraksi *miniutae* yang ada pada gambar sidik jari dan mengetahui jumlah dari *miniutae* tersebut. Dan pada *correlation matching* digunakan sebagai *pattern recognition* untuk membandingkan m pada variabel T dan Q untuk nilai *miniutae* dan n pada variabel i dan j untuk menunjukkan banyaknya *miniutae* pada gambar tersebut [13].

Pada penelitian [16], Dalam penelitian tersebut, *cropping*, *normalisasi*, *filtering*, *binerisasi*, dan *thinning* sebagai *image enhancement*. Pada *cropping* digunakan untuk menghilangkan bagian yang tidak diperlukan sebuah citra. Pada *normalisasi* digunakan untuk menyeragamkan nilai intensitas citra sidik jari dengan cara menyesuaikan derajat keabuan. Pada *filtering* digunakan untuk mensimulasikan karakteristik *system visual manusia* dalam mengisolasi frekuensi dan orientasi tertentu dari citra. Pada *binerisasi* digunakan untuk proses pemisahan piksel-piksel berdasarkan derajat keabuan yang dimiliki. Dan pada *thinning* digunakan untuk mengurangi ketetanggaan piksel dan tetap mempertahankan struktur *ridge*. Pada metoda *miniutae extraction* sebagai *feature extraction* untuk menentukan *vector ridge ending (termination)* dan *bifurcation* citra sidik jari. Sedangkan pada *learning vector quantization* sebagai *pattern recognition* untuk akurasi pengujian sidik jari sebelum diproses dan setelah diproses [16].

Penelitian [17], Dalam penelitian tersebut, *resizing* dan *grayscale* sebagai *image enhancement*, dimana *resizing* dapat menyamakan citra masukan dari sidik jari dan *grayscale* dapat mengkonversi citra RGB menjadi *grayscale* yang akan mempermudah proses pengolahan citra. Kemudian pada metoda GLCM sebagai *feature extraction* yang dapat diimplementasikan untuk membedakan ciri tekstur jenis sidik jari satu dengan sidik jari yang lainnya. Hal ini dibuktikan ada 9 fitur yang mampu menghasilkan nilai *parameter*

fitur yang berbeda dari tiap jenis pola sidik jari. Sedangkan metoda *multi-class support vector machine* sebagai *pattern recognition* dapat mengenali citra sidik jari berdasarkan kelas-kelas yang ada. Akan tetapi hasil akurasi citra tidak semuanya terklasifikasi dengan benar [17].

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, bahwa penulis akan menggunakan pola *image enhacement* untuk meningkatkan kualitas di proses kombinasi *feature extraction* dengan *pattern recognition*. Untuk *image enhacement* yang digunakan ialah *imresize*, *binerisasi*, dan *thinning*. Sementara pada *feature extraction*, penulis akan menggunakan *miniutae extraction* sebagai algoritma identifikasi sidik jari. Dan pada *pattern recognition*, penulis menggunakan teknik *crossing number* untuk mengenali pola bentuk *minutiae* disidik jari. Oleh karena itu penulis mengusulkan metode yang digunakan pada judul terkait yang disajikan dalam tabel kontribusi penelitian. Berikut hasil kontribusi penelitian terkait,

Tabel 2.1 Kontribusi Penelitian Terkait

No Ref	Tujuan Penelitian	Image Enhacement	Feature Extraction	Pattern Recognition	Proses Pengambilan
[8]	Mengetahui Pola Sidik Jari Dengan Metode Local Binary Pattern dan Learning Vector Quantization	Imresize, Grayscale dan Segmentasi	Local Binary Pattern	Jaringan Syaraf Tiruan	Noise
[12]	Menggunakan Pola Sidik Jari Dengan Metode Template Matching	Normalisasi, Binerisasi, Mean dan Median Filter, Block Estimation dan Segmentation	Miniutae Extraction	Crossing Number	Posisi
[13]	Mengetahui Pola Sidik Jari Dengan Metode Miniutae	Normalisasi, Binerisasi, Smoothing dan Thinning	Miniutae Extraction	Correlation Matching	Noise

<p>© Hak Cipta milik UIN Suska Riau</p> <p>[16]</p>	<p>Menggunakan Pola Sidik Jari Dengan Algoritma Minutiae Extraction dan Learning Vector Quantization</p>	<p>Cropping, Normalisasi, Filtering, Binerisasi, dan Thinning</p>	<p>Minutae Extraction</p>	<p>Learning Vector Quantization</p>	<p>Scanning</p>
<p>[17]</p>	<p>Mengetahui Pola Sidik Jari Dengan Metode Multi-SVM</p>	<p>Imresize dan Grayscale</p>	<p>GLCM</p>	<p>Multi-SVM</p>	<p>Scanning</p>

2.2 BIOMETRIKA

Biometrika merupakan teknologi pengenalan yang didasari pada bagian fisik atau tingkah laku manusia.. *Biometrika* berasal dari kata *bio* dan *metrics*. *Bio* berarti hidup sedangkan *metrics* berarti mengukur. *Biometrika* berarti mengukur karakteristik berdasarkan fisik atau tingkah laku seseorang yang digunakan sebagai teknologi pengenalan terhadap identitas pribadi. [18]. Teknologi *biometrika* umumnya digunakan sebagai proses *autentifikasi* dan pencocokan karakteristik seseorang. Dengan teknologi ini dapat meningkatkan keamanan sistem biometrika.

Secara umum identifikasi *biometrik* sangat unik dan khas, sehingga karakteristik tersebut digunakan untuk mengidentifikasi seseorang. Dalam mengidentifikasi seseorang, dua *parameter* karakteristik pembeda pada *biometrika* yang dibedakan menjadi 2 yaitu: *fisiologis* atau perilaku. Karakteristik *fisiologis* merupakan sistem *biometrik* yang didasari pada keberadaan atau karakteristik fisik seseorang seperti jari, telapak tangan, mata, wajah, dan DNA. Sedangkan karakteristik perilaku merupakan sistem *biometrika* yang didasari pada perilaku atau tingkah laku seseorang seperti, suara, tanda tangan, cara menulis dan mengik, cara berjalan dan lain-lain [18]. Pada sistem *biometrika* ini, penulis berfokus pada identitas pengenalan sidik jari. Berikut pembahasan mengenai teknologi *biometrika* sidik jari.

2.2.1 SIDIK JARI

Sidik jari merupakan sebuah identitas *biometrik* yang unik dan karakteristiknya berbeda pada setiap manusia. Karakteristik sidik jari bersifat *perennial nature* yang berarti garis-garis pada sidik jari yang melekat seumur hidup, *immutability* yang berarti bahwa sidik jari manusia tidak dapat berubah-ubah bentuk dan pola kecuali mengalami

kecelakaan berat sehingga perubahannya terlihat jelas dan *individuality* yang berarti bahwa sidik jari memiliki keunikan tersendiri dan identik sehingga setiap manusia tidak memiliki kesamaan dari karakteristi *fisiologis* kecuali kembar identik [19].

Ilmu yang mempelajari sidik jari adalah *Daktiloskopi*. *Daktiloskopi* berasal dari bahasa Yunani yaitu *dactylos* yang artinya jari jemari atau garis jemari dan *scopein* yang artinya mengamati. Sidik jari merupakan struktur genetika yang tersusun dalam bentuk angka yang detail dan melekat pada manusia serta sulit untuk diubah-ubah bentuk polanya. Sidik jari diibaratkan sebagai *barcode* pengenalan identitas diri manusia yang menandakan tidak ada pribadi yang memiliki kesamaan. Penelitian sidik jari sudah dilakukan sejak masa lalu. Penelitian ini sudah berkembang pesat sehingga dikenal menjadi sebuah disiplin ilmu yang dikenal dengan *dermatoglyphics* yakni ilmu yang mempelajari pola guratan kulit (sidik jari) pada telapak tangan dan kaki. *Dermatoglyphics* berasal dari kata "derm" berarti kulit dan "glyph" berarti ukuran [19].

Karakteristik sidik jari merupakan kombinasi dari bentuk bukit (*ridge*) dan lembah (*valley*). Bentuk dari bukit dan lembah merupakan penggabungan antara dari faktor genetika dan lingkungan. DNA memberikan arah dalam pembentukan kulit ke janin, namun pembentukan sidik jari pada kulit itu sendiri merupakan suatu kejadian acak (*random*) yang telah diatur sejak lahir. Inilah menjadi tanda dan bukti kalau setiap seseorang memiliki keunikan bentuk sidik jari meskipun kembar identik [18] [19].

Sidik jari diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu: *Arch*, *Loop* dan *Whorl* yang didasarkan dari pola garis (*ridge*) dan lembah (*valley*) [18]. Karena citra sidik jari tersebut unik, maka dari data itu dilakukan proses perbaikan *image* terlebih dahulu untuk memperlihatkan karakteristik seseorang. Perbaikan citra sidik jari perlu dilakukan umumnya karena mengalami perubahan bentuk citra sidik jari yang diakibatkan oleh terdapat kotoran, berminyak maupun kering. Berikut contoh dari tiga kelas sidik jari yang telah disebutkan yaitu: *Arch*, *Loop* dan *Whorl* [19].



Gambar 2.1. Klasifikasi pada citra sidik jari (a) *Arch*, (b) *Loop* dan (c) *Whorl* [18]



Pada gambar 2.1 menunjukkan klasifikasi pada citra sidik jari yang banyak ditemukan yaitu, Gambar 2.1(a) *arch*, sebuah pola yang berbentuk lengkungan, Gambar 2.1(b) *loop*, sebuah pola yang berbentuk lingkaran dan Gambar 2.1(c) *whorl*, sebuah pola yang berbentuk lingkaran yang berputar-putar. Dari klasifikasi ini dapat dibagi menjadi beberapa sub-klasifikasi [18], yaitu:

- a) *Arch* dibagi menjadi *arch* dan *tented arch*. Dari beberapa *populasi arch* mempunyai presentasi data sebesar 5%.
- b) *Loop* dibagi menjadi *left loop*, *right loop* dan *double loop*. Berbeda dengan *arch*, jumlah individu yang mempunyai klasifikasi *loop* sebesar 60 %.
- c) *Whorls* tidak memiliki pembagian bentuk pola. Sehingga pada klasifikasi ini jumlah presentasi individu sebesar 35%.

2.3 PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Citra merupakan suatu informasi berupa gambar yang berbentuk *visual*. Citra digital sendiri representasi sebuah gambar dua dimensi sebagai kumpulan nilai digital yang biasa disebut piksel. Piksel merupakan *elemen* atau susunan terkecil dalam citra *digital* yang menyusun sebuah gambar dan memiliki nilai kecerahan dari sebuah warna pada titik tertentu. Pada umumnya citra *digital* direpresentasikan dalam bentuk persegi panjang atau bujur sangkar yang mempunyai lebar dan tinggi sesuai *rasio* pikselnya [20].

Pengolahan citra *digital* adalah ilmu yang mempelajari dalam perbaikan kualitas gambar yang terdiri dari peningkatan kontras, transformasi warna dan rotasi citra. Selain itu pengolahan citra juga membahas tentang transformasi gambar yang mengatur proses dari rotasi, translasi dan skala transformasi geometrik [21]. Dan pada proses pengolahan citra *digital* ada dua *elemen* penting yang harus diperhatikan yaitu *input* dan *output*. *Input* dari pengolahan citra adalah gambar. Sedangkan *outputnya* ialah hasil dari pengolahan citra. Proses ini memperhatikan pemilihan citra ciri (*feature extarction*), pengenalan objek (*features images*) dan kompresi serta reduksi saat menyimpan sebuah data. Sehingga hasil dari proses pengolahan citra sesuai yang diharapkan [20] [21].

Pengolahan citra *digital* pada awalnya hanya digunakan untuk proses konversi citra *analog* menjadi *digital* dan teknik perbaikan citra. Dengan perkembangan peralatan pendukung pengolahan citra pada penggunaannya bervariasi dan dapat menghasilkan beberapa teknik pemrosesan gambar. Melalui algoritma pengolahan citra, fungsi *sensor* penglihatan pada manusia diharapkan dapat menggantikan *sensor*

penglihatan buatan. Kecepatan proses komputer yang berkembang pesat dapat memungkinkan menghasilkan proses citra *digital* secara *real-time*. Dengan demikian perkembangan memori analog dapat memungkinkan sebuah citra analog mendekati proses citra sesuai bentuk aslinya [21].

2.4 IMAGE ENHACEMENT

Image enhancement merupakan suatu *operasi* atau *teknik* yang lebih meningkatkan proses peningkatan mutu sebuah citra. Proses peningkatan mutu citra ini bertujuan untuk menghasilkan citra yang dapat memberikan informasi sesuai dengan tujuan awal proses pengolahan citra. Pada tahap *image enhancement* ini khususnya citra sidik jari diproses untuk menghasilkan citra dengan kualitas yang baik. Dengan kualitas yang baik akan membantu saat proses ekstraksi ciri, karena pola citra sidik jari dapat terlihat dengan detail sesuai objeknya [20].

Kesulitan terbesar yang sering dialami dalam proses *image enhancement* adalah menentukan besaran nilai dan metode yang dapat diterapkan dalam proses tersebut. Karena teknik *image enhancement* yang bersifat *empirikal* (berdasarkan *trial* dan *error*) dan memerlukan prosedur yang *interaktif* untuk menghasilkan citra yang diinginkan [20]. *Image enhacement* yang digunakan ialah *Resize*, *Binerisasi* dan *Thinning*. Berikut penjelasan dari *resize*, *binerisasi* dan *thinning*.

2.4.1 RESIZE

Resize merupakan proses konversi ukuran dan resolusi citra sesuai bentuk dan *rasio* yang diinginkan dengan memperhatikan objek. Proses *resize* ini dilakukan untuk mengubah ukuran *image* sesuai resolusi yang diinginkan. Untuk mengatur ukuran *image*, dilakukan dengan perintah matlab yakni, *imresize* [17]. Tujuan dari *resize* untuk meningkatkan kualitas dari *image* sidik jari itu sendiri.



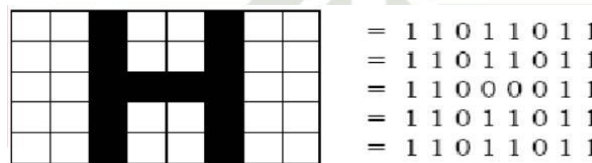
Gambar 2.2. Proses *Resize* Image 32x32

Untuk meningkatkan kualitas dari citra *image* tersebut dilakukan proses *resize* yang mengubah bentuk dan tekstur sesuai resolusi yang diinginkan. Contoh konversi citra

keluaran dengan *rasio* 512 x 512 piksel dapat dituliskan dengan perintah $Y = \text{imresize}(X, [512 \times 512])$. *Imresize* merupakan fungsi *command window* yang disediakan oleh MATLAB [17].

2.4.2 BINERISASI

Binerisasi merupakan proses transformasi gambar dari proses abu-abu (*grayscale*) menjadi gambar hitam putih (*biner*). *Binerisasi* ini bertujuan untuk mengonversi warna citra *image* dari bentuk asli ke bentuk *hitam-putih* (*biner*). Proses *binerisasi* dapat dilihat pada gambar berikut.

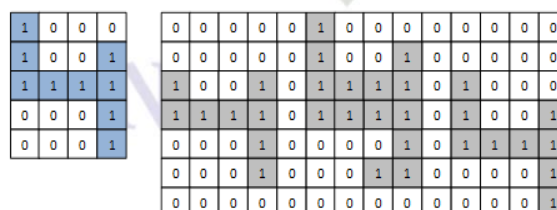


Gambar 2.3. Citra *Binerisasi*

Pada *binerisasi*, sebuah *image* di representasikan tiap *pixel* berwarna putih dan hitam yang menunjukkan nilai 1 dan 0 [13]. Jika nilai *pixel* lebih kecil dari nilai *threshold* maka di representasikan bernilai 0 (nol). Dan jika nilai *pixel* lebih besar dari nilai *threshold* maka direpresentasikan bernilai 1 (satu).

2.4.3 THINNING

Thinning merupakan proses penipisan objek dengan membuat garis lebar menjadi satu *pixel*. Proses *thinning* bertujuan untuk mengurangi dan menipiskan objek menjadi satu *pixel* [13]. Pada proses ini tidak mengubah posisi (x,y) dan letak sudut (θ) dari *minutiae*, sehingga posisinya tidak terganggu.



Gambar 2.4. Transformasi Morfologi *Hit-Miss* : (a) Target, dan (b) Citra Yang Berisi

Target

Untuk meningkatkan proses *thinning*, maka dibantu dengan metode *hit-miss*. Jika metode *hit-miss* bernilai 0, maka akan dilakukan proses penghapusan *pixel* di *region* putih di sekitarnya inti nilai garis, jika bernilai 1 maka tidak ada penghapusan *pixel* [22].

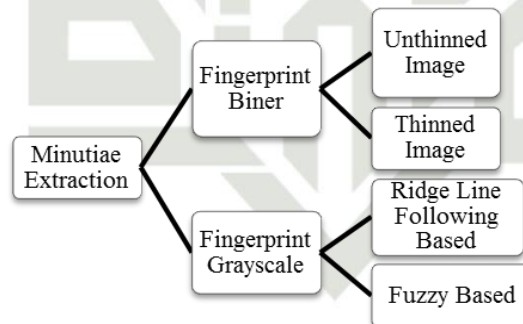
FEATURE EXTRACTION

Ekstraksi ciri (*feature extraction*) atau merupakan suatu teknik pengolahan citra untuk mengenali identitas suatu gambar dengan memperhatikan ciri-ciri khusus yang dimiliki objek tersebut. Tujuan dari *feature extraction* adalah melakukan perbandingan antara dua objek yang bisa digunakan untuk mengklasifikasikan ciri-ciri khusus yang dimiliki oleh citra tersebut dengan menggunakan metode bersangkutan [20]. Ekstraksi Ciri yang digunakan ialah *Minutiae Extraction* (ME). Berikut penjelasan dari metode ME.

2.5.1 MINUTIAE EXTRACTION

Minutiae extraction (ME) salah satu metoda *feature extraction* yang populer digunakan terutama dalam mengekstraksi *image* sidik jari. Diantara semua ekstraksi sidik jari [23], ME dengan peta orientasi yang cukup unik dan mampu membedakan sidik jari dengan jelas dan representasi fitur *detail* yang mengurangi masalah pengenalan sidik jari kompleks menjadi pencocokan pola titik. Selain itu, ME dapat mempertahankan pola dari punggung (ridge) asli tanpa mengubah singularitas dan menggabungkan punggung yang rusak sehingga ME sendiri dapat menemukan titik-titik kecil secara efisien dan akurat.

Secara garis umum, ME memiliki beberapa tahap untuk menghasilkan ekstraksi fitur dari ME tersebut [24]. Berikut pembagian tahap-tahap ME sebagai berikut.



Gambar 2.5. Klasifikasi dari Teknik *Minutiae* [24]

Dari gambar, ME terbagi atas 2 jenis yaitu, pola sidik jari *biner* dan pola sidik jari *grayscale*. Pola sidik jari *biner* merupakan proses sidik jari yang telah dibinerkan [24]. Pola sidik jari *biner* terbagi atas 2 yaitu, *unthinned image* dan *thinned image*. Sedangkan pola sidik jari *grayscale* merupakan proses sidik jari yang telah diabu-abukan. Pola sidik jari *grayscale* terbagi atas 2 yaitu, *ridge line following based* dan *fuzzy based*. Dari klasifikasi teknik *minutiae*, penulis memilih proses *binarized fingerprint images* dengan teknik *thinned image*, dikarenakan sangat efektif dalam penelitian ini.

PATTERN RECOGNITION

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Pengenalan pola (*pattern recognition*) merupakan teknik pengolahan citra yang dimana memiliki kemampuan untuk mengenali objek berdasarkan ciri-ciri dan bentuk pola. Tujuan dari pengenalan pola adalah mengklasifikasi dan mengenali bentuk pola dari objek tersebut. Dalam pengenalan pola, ada tiga pendekatan yaitu secara *sintaks*, *statistik*, dan *semantik*. Pengenalan pola secara *sintaks* didasari dengan ciri-ciri objek. Pengenalan pola secara *statistik* didasari dengan komputasi *matematis*. Pendekatan dengan *semantik* didasari tataran pola yang lebih abstrak [14]. Pada penelitian ini, pengenalan pola yang digunakan ialah Crossing Number (CN). Berikut penjelasan dari teknik pengolahan citra CN.

2.6.1 CROSSING NUMBER

Crossing number (CN) merupakan metode yang digunakan untuk mendeteksi *minutiae* sidik jari pada sampel *matrix* [12]. Metode ini sudah sering digunakan untuk membantu ekstraksi fitur terutama *minutiae extraction* (ME). Algoritma ini bekerja pada representasi *pixel* '1' atau '0', tetapi pengambilan titik kecil dapat dipilih untuk setiap nilai *pixel* [15].

Idealnya, kerangka yang baik hanya satu *pixel* untuk mendapatkan hasil yang baik dari deteksi titik-titik kecil. Algoritma ME dengan menggunakan teknik CN pada suatu titik dan P ialah nilai *pixel biner* pada daerah P, dinyatakan sebagai:

dimana $P_9 = P_1$, didefinisikan sebagai setengah jumlah perbedaan antara pasangan *pixel* yang berdekatan di delapan *matrix* 3x3 [13][23]. Pada teknik CN ini memiliki beberapa jenis untuk mendeteksi *minutiae* yang disajikan dalam tabel sebagai berikut.

$$CN = 0.5 \sum_{i=1}^8 |P_i - P_{i+1}| \quad P_9 = P_1 \quad \dots (2.1)$$

Tabel 2.2 *Matrix Neighborhood* [23]

P4	P3	P2
P5	P	P1
P6	P7	P8

dimana $P_9 = P_1$, didefinisikan sebagai setengah jumlah perbedaan antara pasangan *pixel* yang berdekatan di delapan *matrix* 3x3 [23][24]. Pada teknik CN ini memiliki beberapa jenis untuk mendeteksi *minutiae* yang disajikan dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 2.3 Properti *Crossing Number* [23]

CN	PROPERTY
0	Isolated Point (IP)
1	Ridge Ending Point (REP)
2	Continuing Ridge Point (CRP)
3	Bifuraction Point (BP)
4	Crossing Point (CP)

Pada teknik CN ini, properti yang digunakan ialah *Ridge Ending Point* (CN = 1), *Continuing Ridge Ending Point* (CN = 2) dan *Bifuraction Point* (CN = 3). Karena properti ini efektif dan efisien untuk mengenali sidik jari pada kegagalan identifikasi. Selain itu, properti tersebut akan dibandingkan antara CN = 1 dan 2 dengan CN = 2 dan 3 untuk membandingkan tingkat *error* metode ME.

2.7 STEAM AND LEAF

Dalam ilmu Statistika, data disajikan dalam bentuk *visual*. Penyajian data secara *visual* dilakukan untuk mempermudah interpretasi dengan melihat pola dari grafik saja. Di statistika sendiri penyajian data secara *visual* yang digunakan salah satunya, *stem and leaf* [25].

Stem and Leaf adalah diagram yang berbentuk dahan-daun dengan data disusun baris per baris secara *vertikal*, dan cukup efektif yang berorientasi kecil. Untuk digit angka dan puluhan di pisahkan sesuai rangnya menjadi dahan dan daun masing-masing. "Dahan" digunakan untuk mengklasifikasikan nilai dan setiap "daun" menunjukkan nilai individu pada setiap kelompok [25] [26]. *Stem And Leaf* bisa digunakan untuk menyajikan data *kuantitatif* dalam format *grafis*, persis dengan *histogram*, untuk membantu dalam mendistribusikan pengelompokkan data [26].

Dalam *stem and leaf*, setiap data dipecah menjadi dua bagian, dahan dan daun. Dalam hal ini, puluhan digit adalah dahan, dan satu digit membentuk daun. Langkah-langkah membuat *steam and leaf* sebagai berikut.

Contoh :

Dalam suatu kelas memiliki skor tes berikut: 84, 65, 78, 75, 89, 90, 88, 83, 72, 91, dan 90. Anda ingin melihat sekilas fitur apa saja yang ada dalam data. Anda akan menulis daftar skor secara berurutan dan kemudian menggunakan plot batang-dan-daun. Berikut langkah penyelesaiannya.

1. Data diurutkan dari terkecil ke terbesar

Tabel 2.4 Pengurutan Data *Steam and Leaf*

Data sebelum diurutkan
84, 65, 78, 75, 89, 90, 88, 83, 72, 91, 90
Data setelah diurutkan
65, 72, 75, 78, 83, 84, 88, 89, 90, 90, 91

2. Digit puluhan dan satuan menjadi data bagian dahan dan daun.

Tabel 2.5 Pembagian Data *Steam and Leaf*

Steam	Leaf
60	5
70	2
	5
	8
80	3
	4
	8
	9
90	0
	0
	1

3. Nilai 90 dan 4 diinterpretasikan menjadi 94% untuk membaca diagram steam dan leaf.

Tabel 2.6 Diagram *Steam and Leaf*

Skor
9 0 0 1
8 3 4 8 9
7 2 5 8

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6 2
Key : 90 4
Merepresentasikan 94%

PERHITUNGAN ERROR MINUTIAE SIDIK JARI

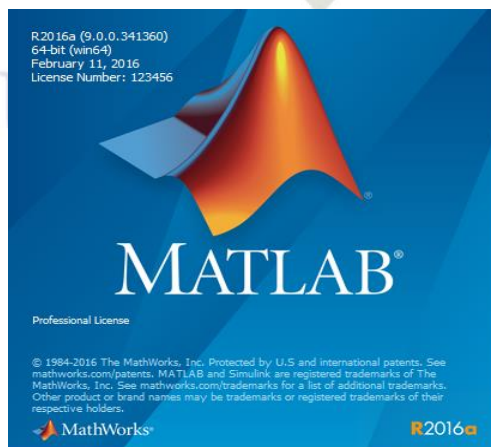
Untuk mencari persentase *error* dari *minutiae* sidik jari yang dilakukan secara manual dengan jumlah titik yang terdeteksi. Perhitungan *error minutiae* sidik jari berdasarkan jumlah *minutiae* sidik jari dari kinerja CN 1-2 dan CN 1-3. Selanjutnya hasil dari *error* masing-masing kinerja teknik CN akan diminimalisir untuk rata-rata identifikasi perbandingan sidik jari. Berikut rumus perhitungan *error minutiae* dan perbandingan dua kinerja teknik CN.

$$\text{Error} = \frac{\text{Titik Minutiae Real (Bifuraction + Ridge)}}{\text{Titik Minutiae False (Bifuraction + Ridge)}} \times 100\% \quad \dots (2.2)$$

$$\text{Minimum} = \text{Kinerja Teknik CN 1_2} - \text{Kinerja Teknik CN 1_3} \quad \dots (2.3)$$

2.9 MATLAB

MATLAB adalah singkatan dari *Mathematics Laboratory* atau *Matrix Labolatory*. Dalam ilmu komputer, MATLAB diartikan sebagai bahasa pemrograman digunakan untuk melakukan operasi matematika atau operasi aljabar matriks. MATLAB adalah bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh The Mathwork Inc. Ini memiliki fungsi dan fitur yang berbeda dari bahasa pemrograman lain yang ada (seperti Basic, Delphy dan C ++). Tujuan awal pembuatan MATLAB adalah untuk dengan mudah mengakses data matriks proyek LINPACK dan EISPACK. Dalam penelitian kali ini versi MATLAB yang digunakan untuk mengidentifikasi sidik jari dengan menggunakan algoritma *Minutiae Extraction* dan teknik *Crossing Number* adalah MATLAB R2016a [27].



Gambar 2.6 Tampilan Awal Software



MATLAB Sebagai sebuah sistem MATLAB terdiri dari 5 bagian utama, yaitu:

Development environment

Development enviroment ialah sekumpulan perangkat yang membantu dalam menggunakan fungsi- fungsi dan file MATLAB, beberapa dari perangkat ini adalah *graphical user interfaces* (GUI). Termasuk di dalamnya adalah MATLAB *desktop* dan *Command Window*, *Command History*, sebuah editor, dan browsers untuk melihat *help*, *workspace files*, dan *search path*.

MATLAB Mathematical Function Library

MATLAB *mathematical function library* ialah sekumpulan algoritma perhitungan yang dimulai dari fungsi dasar, misalnya: *sum*, *sin*, *cos*, dan aritmatika kompleks, sampai dengan fungsi-fungsi yang lebih kompleks seperti *matrix inverse*, *matrix eigenvalues*, *Bessel functions*, dan *fast Fourier Transforms*.

3. MATLAB Language

MATLAB *language* ialah suatu *high-level matrix/array language* dengan *control flow statements*, *functions*, *data structures*, *input/output*, dan fungsi berorientasi objek Pemrograman. Ini memungkinkan kita untuk melakukan dua hal pada waktu yang sama "program dengan cara yang sederhana" menghasilkan hasil yang cepat dan "program dalam skala yang lebih besar" untuk mendapatkan hasil dan aplikasi yang kompleks.

4. Graphics

MATLAB dapat menampilkan vektor dan matriks sebagai angka, ini melibatkan fungsi lanjutan. Digunakan untuk memvisualisasikan data dua dimensi dan data tiga dimensi, pemrosesan gambar, animasi, dan grafik demo, yang juga menyertakan fungsi level rendah yang memungkinkan anda memunculkan grafik mulai dari bentuk sederhana hingga tingkatan *graphical user interfaces* pada aplikasi MATLAB.

5. MATLAB Application Program Interface (API)

MATLAB *application program interface* (API) suatu *library* yang memungkinkan program yang telah ditulis dalam bahasa C dan Fortran mampu berinteraksi dengan MATLAB, ini melibatkan fasilitas untuk pemanggilan *routines* dari MATLAB (*dynamic linking*), pemanggilan MATLAB sebagai sebuah *computational engine*, dan untuk membaca dan menulis sebuah *MAT-files* [24].

MATLAB memiliki jendela tampilan yang bermacam-macam diantaranya:

1. MATLAB Command Window

MATLAB *Command window* merupakan sebuah jendela yang akan muncul ketika



pertama kali menjalankan aplikasi MATLAB. Pada jendela tampilan ini kita bisa melakukan akses-akses ke *command-command* MATLAB dengan mengetikkan perintah algoritma-algoritma pada MATLAB seperti mengakses *help window* dan lainnya. *Command window* dijalankan untuk melakukan perintah atau program yang dibuat pada tampilan jendela editor MATLAB. Kita dapat menelusuri perintah dengan cara memasukkan algoritma ataupun komponen pendukung yang ada pada MATLAB. Salah satu ciri-ciri dari *Command Window* adalah tanda prompt(>>) pada bagian kiri *Command Window*. *Command Window* digunakan untuk mengeksekusi instruksi setiap baris, untuk mengeksekusi baris instruksi maka menekan tombol enter pada *keyboard*

Berikut merupakan perintah-perintah dasar pada *Command Window*:

a. *Help*

Menampilkan semua *help topic* pada MATLAB

b. *What general*

Menampilkan instruksi- instruksi yang tersedia di direktori general

c. *Help clear*

Menampilkan penjelasan detail pada instruksi *clear*

d. *Help ops*

Menampilkan penulisan operator-operator pada MATLAB

e. *Clc*

Digunakan untuk membersihkan layar pada *Command Window*

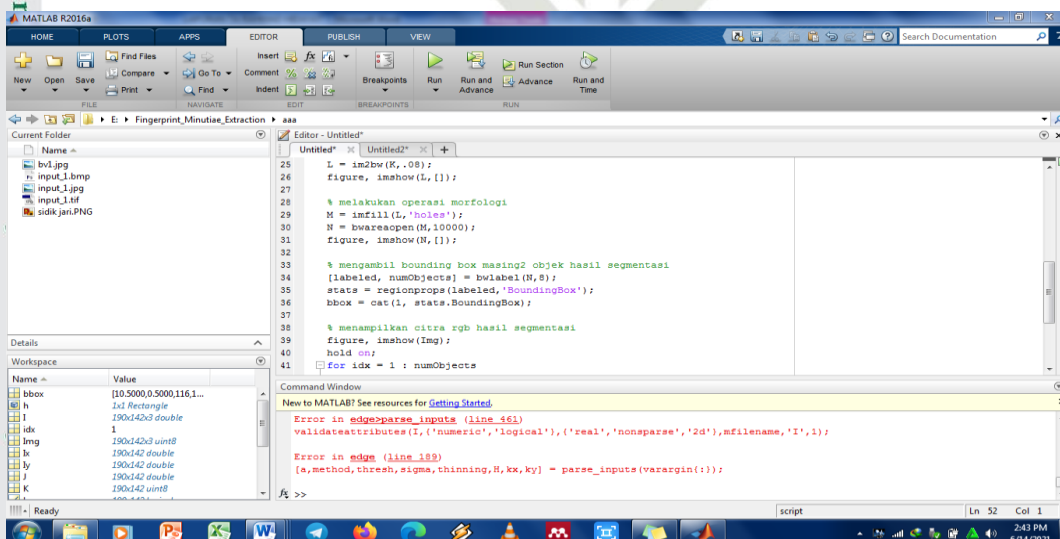
f. *clear*

Digunakan untuk menghapus variabel pada *workspace*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

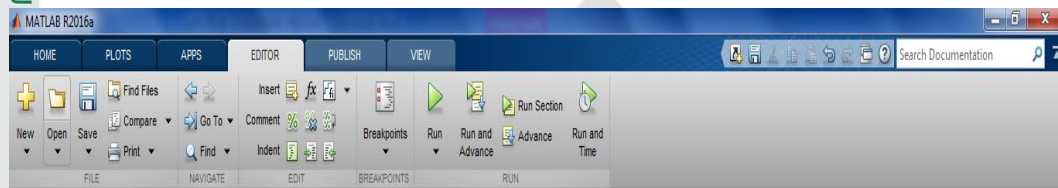


Gambar 2.7 Tampilan Aplikasi MATLAB

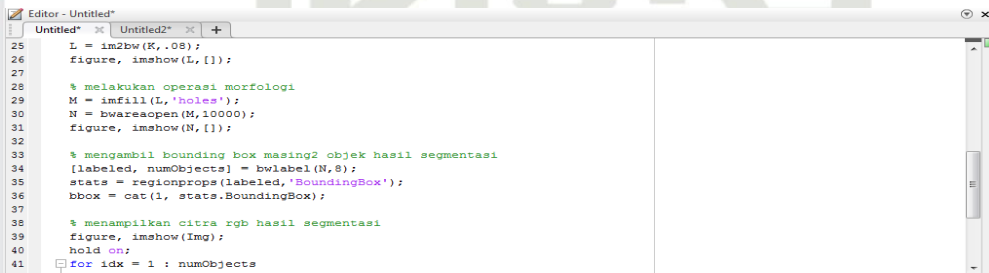
MATLAB Editor/Debugger

MATLAB *Editor* berfungsi sebagai editor *script* MATLAB (M-file), walaupun *script* ini untuk pemrograman MATLAB tetapi bisa menggunakan editor yang lain seperti notepad. Untuk mengakses *script* pada jendela tampilan M-file, dilakukan sebagai berikut:

- Untuk *Script* baru, pilih menu *home*, kemudian pilih *new script*
- Untuk *Script* yang telah disimpan sebelumnya, pilih menu *home*, kemudian pilih *open*.



Gambar.2.8 Tampilan Home pada MATLAB



Gambar 2.9 Tampilan Editor pada MATLAB

3. Workspace

Workspace berfungsi menyimpan secara langsung maupun tidak langsung seluruh variabel yang dijalankan dari instruksi program MATLAB. Secara fundamental *Workspace* mencatat seluruh data variabel dalam setiap segmen memori. Untuk menampilkan variabel yang tersimpan pada memori dapat menggunakan instruksi *who* atau *who's* melalui *Command Window*. *Syntax who* berfungsi untuk menampilkan variabel yang tersimpan dalam memori dan *syntax who's* berfungsi untuk menampilkan detail variabel yang tersimpan dalam memori.

bboxes													
1x4 double													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	10.5000	0.5000	116	185									
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

Gambar 2.10 Tampilan *Workspace* pada MATLAB



2.10 USULAN METODA

Berdasarkan teknik dan metode yang telah penulis paparkan. Bahwasanya penulis akan mengangkat metode *minutiae extraction* (ME) dan teknik *crossing number* (CN) dalam meningkatkan identifikasi sidik jari. Alasan ini diperkuat karena metode ME dapat mengenali jenis-jenis titik *minutiae* pada sidik jari dan dapat menghasilkan bagian titik *true* dan *false* dari titik tersebut. Selain itu pada teknik CN, penulis menambahkan *property* CN 1-3 untuk dibandingkan dengan CN 1-2. Hal ini didukung untuk membandingkan seberapa besar *impact* kinerja teknik CN 1-3 terhadap CN 1-2. Sehingga hasil akhirnya menghasilkan rata-rata identifikasi *error* baik titik *minutiae* asli maupun palsu. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian sidik jari yang membahas tentang “Komparasi *Crossing Number* 1-3 Terhadap 1-2 Untuk Mendeteksi *Ridge* dan *Bifuraction* Menggunakan Algoritma *Minutiae Detection*”.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

KARAKTERISTIK PENELITIAN

SIFAT PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan penulis bersifat simulasi komputer (*lab riset*). Penelitian simulasi komputer ini dilaksanakan untuk menyelesaikan dan memecahkan permasalahan tentang identifikasi sidik jari dengan merujuk referensi sesuai metode atau teknik yang digunakan. Selain itu pada penelitian ini penulis melakukan pengembangan metode yang pernah digunakan sebelumnya. Dengan menggunakan metode tersebut, penulis akan mendapatkan hasil dari identifikasi *error* sidik jari berdasarkan kinerja dari teknik *crossing number*.

Untuk proses pengumpulan data, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* seperti Microsoft office dan Matlab untuk mengelola proses pengolahan gambar dan hasil yang didapatkan. Ketika dilapangan penulis mengambil sampel sidik jari pada *database* dari mesin absensi tipe X1500 sebagai data *primer* penelitian ini. Selanjutnya proses penelitian ini berjalan sesuai skenario yang telah ditetapkan.

JADWAL PENELITIAN

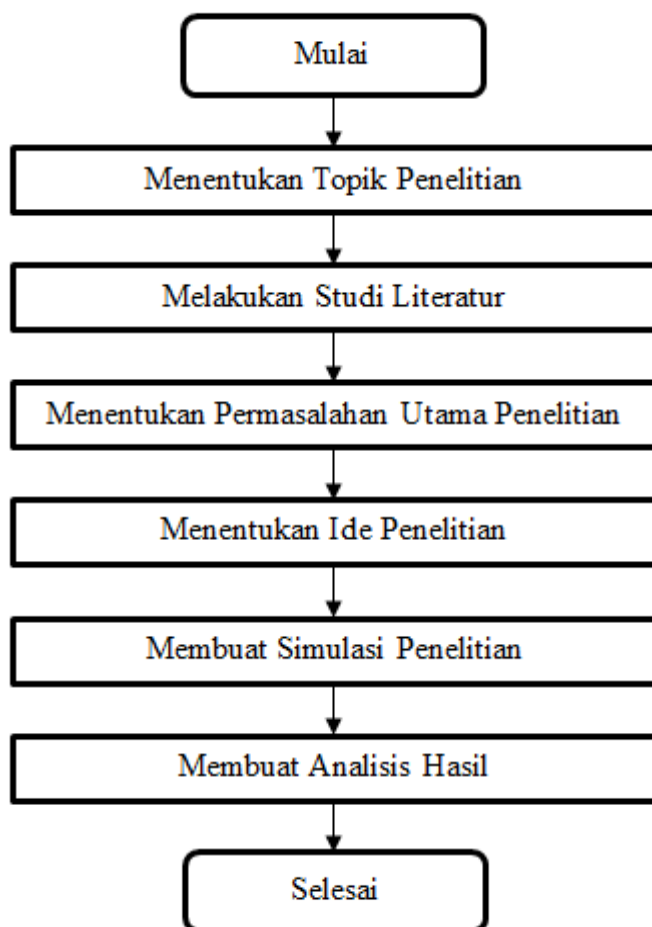
Penelitian pada pengolahan citra sidik jari yang akan saya lakukan telah terjadwal. Berikut rincian jadwal penelitian tersebut.

Tabel 3.1 Rincian Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu
1.	Menentukan Tema dan Topik Penelitian	15 Juli 2020
2.	Mencari <i>Paper</i> Yang Terkait Dengan Tema dan Topik dan Penelitian	22 Juli 2020
3.	Melakukan <i>Review Paper</i> (Minimal 5 Paper)	23 Juli 2020 - 07 Oktober 2020
4.	Menyimpulkan Hasil <i>Review Paper</i>	07 Oktober 2020
5.	Mengungkap Permasalahan Utama Penelitian	08 Oktober 2020 - 03 November 2020
6.	Menentukan Ide Penelitian	22 November 2020
7.	Menulis Proporsal	22 November 2020
8.	Membuat Program Simulasi dan Hasil Penelitian	18 Januari - 24 April 2021

3.1.3 TAHAPAN PENELITIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana tahapan penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini. Langkah awal yang dilakukan oleh penulis adalah *studi literatur* dengan mencari jurnal-jurnal terkait tentang pengolahan citra sidik jari yang akan dikerjakan penulis dalam tugas akhir. Kemudian setelah didapatkan masalah yang akan dibahas, penulis melakukan perumusan masalah untuk menentukan judul dan tujuan penelitian. Berdasarkan judul dan tujuan yang ditetapkan, penulis mulai mendesain dan memodifikasi program *script* matlab tentang “Deteksi *Ridge* dan *Bifuraction* Pada Algoritma *Minutiae Detection* Menggunakan *Crossing Number* Untuk Identifikasi Sidik Jari” dalam penelitian tersebut. Kemudian dilanjutkan simulasi sistem dengan beberapa skenario penelitian. Tahap akhir dari pada penelitian ini akan dilakukan analisa terhadap hasil yang didapatkan dari simulasi, sehingga penulis mampu menarik kesimpulan dalam mengerjakan penelitian ini. Berikut adalah *Flowchart* penelitian yang akan dilakukan :



Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian

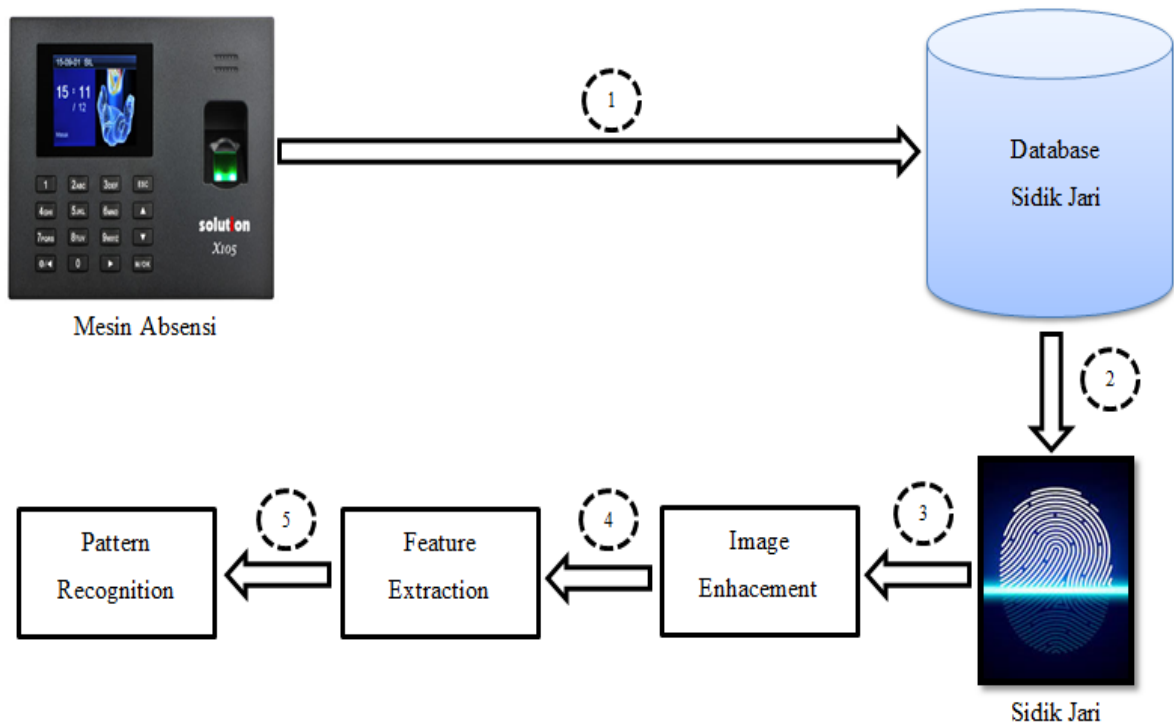
Pada gambar diatas telah dijelaskan bagaimana alur tahapan penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini. Dari gambar tersebut penulis

melakukannya secara beruntun dan mengikuti alur penelitian tersebut, sehingga hasil dari laporan tugas akhir sesuai yang diharapkan oleh berbagai pihak.

2.2 DATA PENELITIAN

2.2.1 DATASET PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi sidik jari pada mesin absensi. Objek yang digunakan berupa *database* dari hasil rekaman sidik jari pada mesin absensi. Pengambilan sampel sidik jari dilakukan dengan metode *random* dan jumlah data yang diproses ada 25 dari 80 *database* yang tersimpan didalam mesin absensi tipe X1500. Untuk memproses *database* tersebut, digunakanlah Matlab. Matlab merupakan aplikasi yang digunakan untuk mengenali dan mengidentifikasi objek dari citra yang diproses [16]. Berikut desain sistem untuk mengenali dan mengidentifikasi sidik jari.



Gambar 3.2 Desain Sistem Identifikasi Sidik Jari

Keterangan :

1. Proses pengambilan sampel pada *database*
2. Dalam *database*, sampel sidik jari diambil secara random
3. Sampel akan diperbaiki kualitas citra ke *image enhancement*
4. Setelah itu akan diekstraksi dengan *feature extraction*
5. Dan terakhir akan dikenali pola dengan *pattern recognition*



2.2.2 VARIABEL PENELITIAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai variabel yang digunakan pada penelitian ini. Variabel tersebut terdiri dari variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Berikut penjelasan masing-masing variabel.

1. Variabel Bebas

Pada variabel ini menjelaskan bagaimana kinerja teknik CN 1-3 terhadap CN 1-3 yang mempengaruhi rata-rata jumlah *minutiae*.

2. Variabel Terikat

Pada variabel ini menjelaskan hasil identifikasi proses pengenalan dan pengujian citra sidik jari dan nilai *error* dari validasi *minutiae*.

3. Variabel Kontrol

Pada variabel ini menjelaskan proses pemilihan dan pengambilan sampel sidik jari yang digunakan dalam penelitian ini.

3.2.3 METODA PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh informasi dan data terhadap permasalahan penelitian dalam laporan tugas akhir ini. Hal ini sangat dibutuhkan oleh penulis seperti informasi-informasi yang berhubungan tentang metode pengolahan citra seperti *Minutiae Extraction* (ME) dan *Crossing Number* (CN). Dalam pengumpulan data, penulis mengungkap tiga pendekatan yang dilakukan untuk mendapatkan informasi tersebut seperti :

1. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan memahami metode yang digunakan sebagai panduan utama dalam menyelesaikan permasalahan penelitian ini. Selain itu, dasar-dasar referensi dan pedoman yang kuat dalam menerapkan metode yang akan digunakan penulis seperti mempelajari buku, artikel ilmiah, prosiding seminar dan video pembelajaran dari *youtube* tentang pengolahan citra yang membahas permasalahan dalam laporan tugas akhir ini.

2. Diskusi

Diskusi ini dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan penelitian dalam laporan tugas akhir ini dengan orang-orang yang memahami tentang kasus pengolahan citra. Pada hal ini, penulis melakukan diskusi dengan dosen pembimbing untuk menyelesaikan



permasalahan utama dan menemukan solusi terbaik dalam proses pengerjaan laporan tugas akhir.

3.2 Observasi

Pada tahap ini penulis melakukan pengamatan lebih mendalam terkait permasalahan penelitian. Tahap observasi, merupakan proses awal dari penelitian yang dimana diperlukan untuk melengkapi kebutuhan data seperti jumlah sampel sidik jari. Hal ini dilakukan untuk menyelesaikan sebuah permasalahan dan penyelesaian laporan tugas akhir ini.

3.3 IMPLEMENTASI PENELITIAN

Implementasi merupakan tahap-tahap untuk merealisasikan desain sistem yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Pada pengujian deteksi *ridge* dan *bifuraction* berdasarkan algoritma *minutiae detection* dan *crossing number*, akan diproses dengan Matlab 2016a dengan perintah yang telah dimasukkan. Lingkungan operasional yang akan digunakan meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Beberapa komponen pendukung yang memiliki peran penting dalam implementasi diantaranya adalah perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

Spesifikasi lingkungan operasional adalah sebagai berikut:

1. Perangkat keras
 - a. Processor : *Intel (R) Celeron (R) CPU 887 @ 1.50 GHz*
 - b. Memori (RAM) : 4.00 GB
2. Perangkat Lunak
 - a. Sistem operasi : *Windows 7 Ultimate*
 - b. Bahasa pemrograman : *MATLAB R2016a*

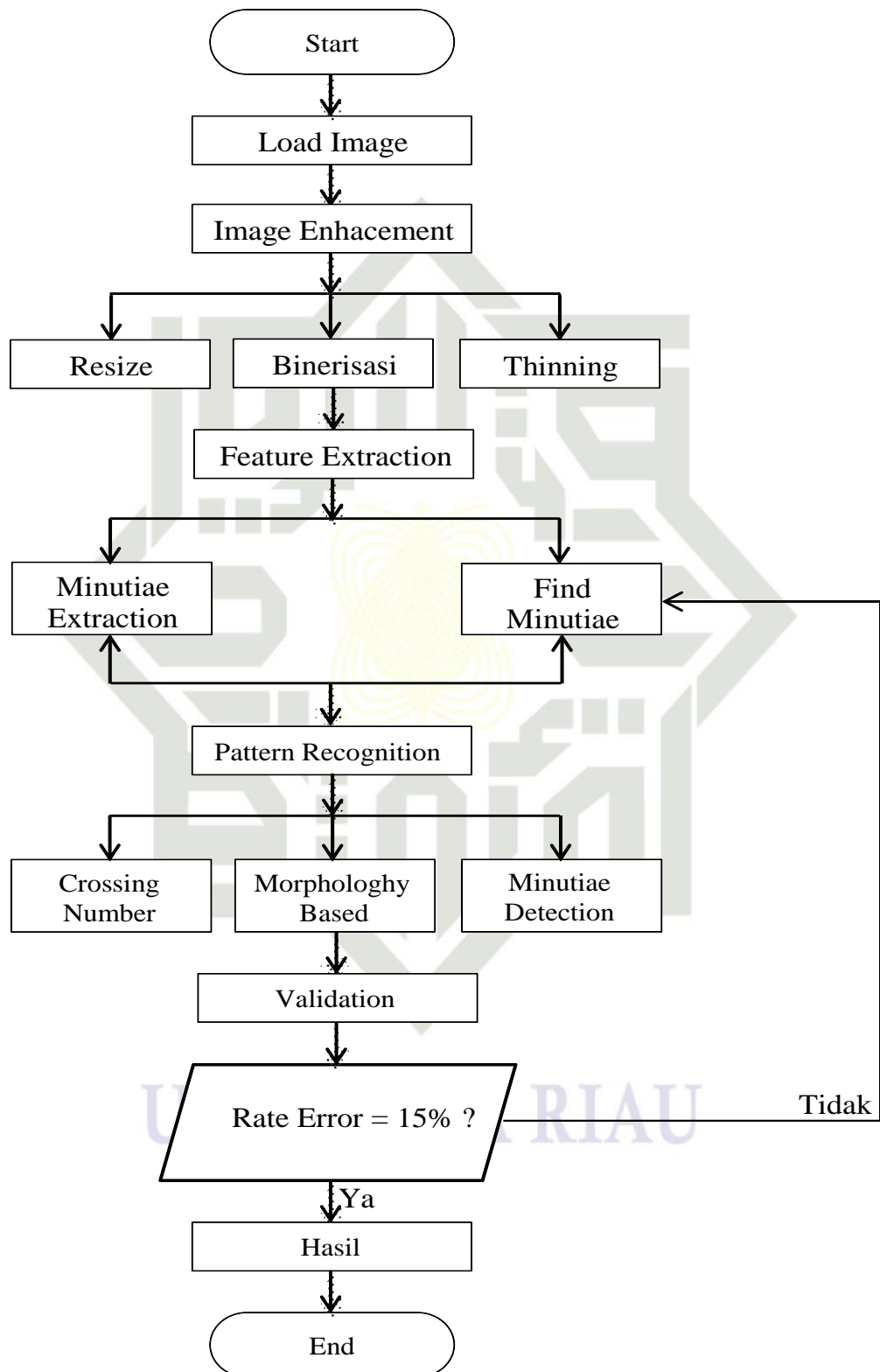
3.4 METODA ANALISIS

Metode analisa merupakan tahapan proses penelitian yang dimana data penelitian telah terkumpul untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Pada metode analisa terbagi atas: tahapan simulator, tahapan analisa dan teknik penarikan kesimpulan.

3.4.1 TAHAPAN SIMULATOR

Pada tahap *simulator* akan dijelaskan bagaimana proses dari identifikasi *ridge* dan *bifuraction* pada sidik jari dengan menggunakan algoritma ME dan teknik CN dalam

menghasilkan nilai identifikasi *error*. Berikut proses dari tahapan simulator yang disajikan dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 3.3 *Flowchart* Tahapan Analisa Penelitian

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Pada flowchart tahap *simulator* terdapat sembilan proses yang dilakukan untuk mengidentifikasi sidik jari berdasarkan algoritma *minutiae detection* (MD) dan *crossing number* (CN). Berikut penjelasan proses dari tahapan analisa penelitian.

1. Load Image

Pada tahap ini proses mempersiapkan sampel sidik jari sesuai alur penelitian yang dilakukan.

2. Resize

Pada tahap ini akan menaikkan dan menurunkan rasio *pixel* sidik jari.

3. Binerisasi

Pada tahap *binerisasi* ini dilakukan untuk mengubah bentuk sampel sidik jari menjadi hitam-putih.

4. Thinning

Pada tahap *thinning* dilakukan untuk menipiskan objek garis sidik jari.

5. Minutiae Extraction

Pada tahap *minutiae extraction* (ME) dilakukan untuk membentuk titik *minutiae*.

6. Find Minutiae

Pada tahap *find minutiae* dilakukan untuk mencari titik yang terdapat disekitaran area sidik jari.

7. Crossing Number

Pada tahap CN dilakukan untuk membentuk titik *minutiae* berdasarkan *property crossing number* yang digunakan.

8. Morphology Based

Pada tahap *morphology based* dilakukan untuk membentuk titik *pixel* sidik jari dengan nilai 1 dan 0.

9. Minutiae Detection

Pada tahap *minutiae detection* dilakukan untuk mendeteksi jumlah *minutiae* yang terdapat di sidik jari.

10. Validation

Pada tahap *validation* ini dilakukan untuk menghitung rata-rata identifikasi *error* sidik jari dengan menggunakan teknik *akumulatif* statistik.

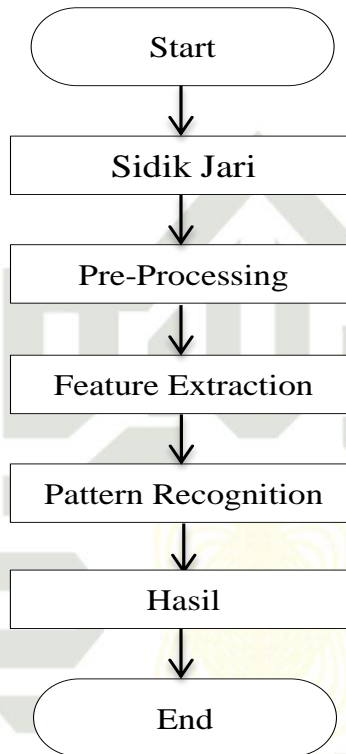
3.4.2 ANALISA DATA

Pada tahap analisa data akan dijelaskan bagaimana proses awal dan akhir dari



identifikasi *ridge* dan *bifuraction* pada sidik jari dengan menggunakan algoritma ME dan teknik CN dalam menghasilkan nilai identifikasi *error*. Berikut proses dari tahapan analisa yang disajikan dalam bentuk *flowchart*.

Identifikasi Sidik Jari



Gambar 3.4 *Flowchart* Identifikasi Sidik Jari

Pada gambar 3.4, dijelaskan proses identifikasi sidik jari. Proses identifikasi sidik jari terbagi atas empat, yaitu sidik jari, *pre-processing*, *feature extraction*, *pattern recognition* dan hasil identifikasi sidik jari. Berikut penjelasan dari *flowchart* identifikasi sidik jari.

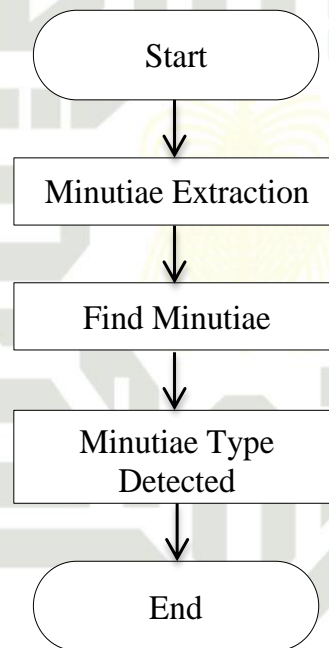
- Sidik Jari** : Pada sidik jari yang diolah berjumlah 25 buah dengan dibagi dalam tiga percobaan berdasarkan jumlah sampel. Sidik jari tersebut dalam kondisi *grayscale* dengan format JPG.
- Pre-Processing** : Sebelum citra masukan tersebut diproses ke tahapan selanjutnya, maka akan dilakukan tahap awal (*pre-processing*) terlebih dahulu untuk memaksimalkan identifikasi sidik jari. Pada penelitian ini tahap *pre-processing* yang digunakan ada tiga yaitu, *resize*, *binerisasi* dan *thinning*.
- Feature Extraction** : Setelah diproses pada tahap *pre-processing*, maka akan dilakukan peningkatan kualitas citra (*feature extraction*) untuk mendapatkan gambar sidik jari

yang bersih dari *noise*. Pada tahap ini digunakan metode *minutiae extraction* dalam menentukan antar titik di *area* sidik jari.

Pattern Recognition : Setelah mendapatkan titik di *area* sidik jari dilakukan proses pengenalan pola (*pattern recognition*). Proses ini bertujuan untuk mengenali pola pada *area minutiae* sidik jari. Pengenalan pola ini digunakan teknik *crossing number* yang dapat mengidentifikasi jenis-jenis guratan sidik jari.

Hasil : Dari proses yang dilakukan, mulai tahap *pre-processing* sampai *pattern recognition*. Maka dilakukan rata-rata *error* sidik jari berdasarkan jumlah *minutiae real* dan *false* dari pengujian kinerja teknik *crossing number*.

Ekstraksi Ciri Sidik Jari



Gambar 3.5 Flowchart Ekstraksi Ciri Sidik Jari

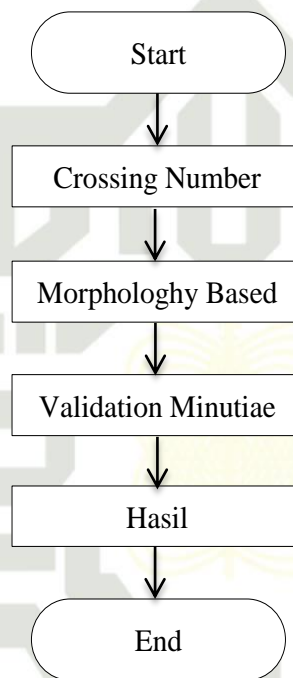
Pada gambar 3.5, dijelaskan proses ekstraksi ciri sidik jari. Proses ekstraksi sidik jari terbagi atas tiga, yaitu *minutiae extraction*, *find minutiae*, dan *minutiae type detected*. Berikut penjelasan dari *flowchart* identifikasi sidik jari.

- Minutiae Extraction :** Pada proses ini akan dilakukan proses *thinning* untuk mendapatkan objek garis tipis yang dapat mempermudah untuk membentuk titik *minutiae*. Untuk *minutiae* yang dihasilkan berdasarkan teknik *crossing number*.
- Find Minutiae :** Setelah diproses pada *minutiae extraction*, langkah selanjutnya ialah *find minutiae*. Tahap ini dilakukan berdasarkan sampel sidik jari yang sudah dibentuk

dalam proses *minutiae*. Lalu *find minutiae* akan mencari titik-titik pada sidik jari. Dan hasil yang diperoleh berupa jumlah titik berdasarkan proses *find minutiae*.

Minutiae Type Detected : Setelah diproses pada tahap *find minutiae*, maka akan dilakukan *minutiae type detected* untuk mengidentifikasi jenis-jenis *minutiae*. Titik *minutiae* yang teridentifikasi ialah *Ridge*, *Continuing Ridge* dan *Bifuraction*.

3. Pengenalan Pola Sidik Jari



Gambar 3.6 *Flowchart* Pengenalan Pola Teknik Crossing Number

Pada gambar 3.6, dijelaskan proses pengenalan pola sidik jari. Proses pengenalan pola sidik jari terbagi atas empat, yaitu *crossing number*, *morphology based*, *validation minutiae* dan hasil identifikasi pengenalan pola. Berikut penjelasan dari *flowchart* identifikasi sidik jari.

- Crossing Number :** Pada proses ini dilakukan berdasarkan properti *crossing number* yang digunakan. Properti yang digunakan berdasarkan kombinasi CN 1-2 (*Ridge-Continuing Ridge*) dan CN 1-3 (*Ridge-Bifuraction*). Dengan dua teknik CN akan mempermudah saat proses *minutiae extraction* dan dapat mengidentifikasi jumlah titik *minutiae* yang dihasilkan.
- Morphology Based :** Selanjutnya teknik CN akan melakukan proses *binerisasi* dengan metode *hit-miss* yang mana akan menghasilkan bentuk fisik sidik jari atau dikenal *morphology based*. Pada *morphology based* akan merepresentasikan *pixel*



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

berdasarkan orientasi sidik jari. Orientasi yang dihasilkan berupa *pixel* 1 dan 0. *Pixel* 1 menunjukkan itu titik *minutiae real*. Sedangkan *pixel* 0 menunjukkan itu titik *minutiae false*.

Validation Minutiae : Pada tahap *validation minutiae* akan dihitung berdasarkan jumlah *minutiae real* dan *false* dengan kinerja CN 1-2 dan CN 1-3. Proses ini dilakukan dengan menggunakan teknik statistik berupa *akumulatif data* dan *stemplot* dengan membandingkan dua kinerja CN. Sebelum itu data jumlah *minutiae* dilakukan proses *akumulatif data* untuk mengetahui performa dari masing-masing kinerja CN 1-2 dan CN 1-3. Setelah itu baru diproses dengan menggunakan teknik *stemplot* untuk mendapatkan rata-rata *median* identifikasi perbaikan sidik jari.

- d) Hasil : Dari proses yang dilakukan, mulai tahap *crossing number* sampai *validation minutiae*. Maka dapat dihasilkan rata-rata identifikasi perbaikan sidik jari dari kedua teknik CN. Sehingga penulis dapat menarik kesimpulan dari dua kinerja CN yang digunakan.

3.4.3 TEKNIK PENARIKAN KESIMPULAN

Tahapan penarikan kesimpulan merupakan akhir dari penelitian tugas akhir ini. Tahapan ini berisi tentang penarikan kesimpulan dengan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, yaitu “Komparasi Crossing Number 1-3 Terhadap 1-2 Untuk Mendeteksi Ridge dan Bifuraction Menggunakan Algoritma Minutiae Detection”. Sehingga penulis juga memperhatikan saran-saran yang membangun untuk kedepannya penelitian tentang sidik jari dapat dikembangkan lebih baik sehingga ada kemajuan bagi mahasiswa/peneliti pioneer untuk melanjutkan penelitian tersebut.

UIN SUSKA RIAU

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian pada algoritma Minutiae Detection dengan teknik Crossing Number, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada percobaan pertama, teknik CN dengan konfigurasi properti 1-2 memberikan kesalahan identifikasi *false ridge* 63,40% dan *bifuraction* sebesar 84,20%. Dengan pergantian properti CN 1-3, kesalahan ini dapat diminimalkan menjadi 35,13% untuk *false ridge* dan 48,26% untuk *bifuraction*. Secara keseluruhan teknik CN 1-3 terbukti memberikan identifikasi sebesar 14,1% jika dibandingkan dengan teknik CN 1-2.
2. Sementara pada percobaan kedua, dengan teknik CN 1-2 memberikan kesalahan identifikasi *false ridge* 62,26% dan *bifuraction* sebesar 82,06%. Dengan teknik CN 1-3, kesalahan tersebut menjadi 44,46% untuk *false ridge* dan 80,40% untuk *bifuraction*. Secara keseluruhan teknik CN 1-3 memberikan identifikasi sebesar 13,1% jika dibandingkan dengan teknik CN 1-2.
3. Dan pada percobaan ketiga, dengan teknik CN 1-2 memberikan kesalahan identifikasi *false ridge* 41,53% dan *bifuraction* sebesar 58,72%. Dengan pergantian properti CN 1-3, kesalahan menjadi 35,13% untuk *false ridge* dan 48,26% untuk *bifuraction*. Secara keseluruhan teknik CN 1-3 terbukti memberikan peningkatan identifikasi sebesar 8,3% jika dibandingkan dengan teknik CN 1-2.

5.2 SARAN

Ada beberapa saran yang dipertimbangkan penulis dalam laporan tugas akhir ini:

1. Penelitian lebih lanjut disarankan dilakukan dengan membandingkan teknik *crossing number* berdasarkan *property crossing number* lainnya sehingga dapat menyempurnakan dari penelitian sebelumnya.
2. Penelitian lebih lanjut disarankan dilakukan dengan menambah jumlah sampel, sehingga dapat mengetahui hasil identifikasi *error* sidik jari.
3. Penelitian lebih lanjut disarankan dengan membandingkan tingkat rata-rata *error* berdasarkan jenis jari.

DAFTAR PUSTAKA

- Warkim, H.N. Ichwan, and H. Kamal, "Analisa dan Desain Sistem Kehadiran Pegawai Pada Pusat Penelitian Perkembangan IPTEK Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 1–12, 2015.
- H. Helmi, Hartutiningsih, and A. Djumlani, "Efektivitas Disiplin Pegawai Terhadap Penerapan Mesin Absensi Sidik," *Jurnal Administrative Reform*, vol. 3, no. 2, pp. 267–274, 2015.
- Octaviani, "Efektifitas Penerapan Absensi *Finger Print* Terhadap Disiplin Pegawai Kantor Kecamatan Sorawallo Kota Bau-Bau," *Jurnal Studi Ilmu Pemerintahan*, vol. no. 1, pp. 8–15, 2020.
- A.D.L. Tumuli *et al.*, "Implementasi Teknologi Biometrical Identification untuk Login Hotspot," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 12, no. 1, pp. 1–5, 2017.
- D.A. Pratama and S. Al Faraby, "Sistem Pengenalan Sidik Jari menggunakan Metode Template Matching," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 1847–1853, 2018.
- A. Saud and N. Elfadil, "Biometric Authentication by Using Fingerprint Recognition System," *International Journal of Scientific Engineering and Science*, vol. 4, no. 5, pp. 22–28, 2020.
- I. Sugiarto and T. Thamrin, "Analisis Pattern & Minutiae Based Matching Fingerprint JM 250 U Menggunakan Metode Biometrik," *Jurnal Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 3, no. 5, pp. 4710–4716, 2019.
- A. Putra, A. Fanggidae, and D. M. Sihotang, "Pengenalan Pola Sidik Jari Dengan Metode Local Binary Pattern dan Learning Vector Quantization," *Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 7, no. 2, pp. 148–156, 2019, doi: 10.35508/jicon.v7i2.1635.
- N. Hayaty *et al.*, "Penerapan Algoritma Local Binary Pattern untuk Pengenalan Pola Sidik Jari," *Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*, vol. 6, no. 02, pp. 6–11, 2017.
- G.T. Situmorang, A. W. Widodo, and M. A. Rahman, "Penerapan Metode Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM) untuk Ekstraksi Ciri pada Telapak Tangan," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 23–27, 2015.
- K. Nirmalakumari and H. Rajaguru, "Efficient Minutiae Matching Algorithm for fingerprint Recognition," *IEEE Xplore*, pp. 1–5, 2019.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



[12]

T. Moloharto, S. Al Faraby, and K. M. Lhaksana, "Implementasi Alignment Point Pattern Pada Sistem Pengenalan Sidik Jari," *Jurnal Teknologi*, vol. 2, no. 1, pp 533-537, 2019.

[13]

M.R. Syahziar, K. M. Lhaksana, and S. Al Faraby, "Klasifikasi Sidik Jari Menggunakan Metode Minutiae," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 1803-1810, 2018.

[14]

S. Socheat and T. Wang, "Fingerprint Enhancement , Minutiae Extraction and Matching Techniques," *Journal of Computer and Communications*, pp. 55-74, 2020, doi: 10.4236/jcc.2020.85003.

[15]

A. Sudiro, M. Paindavoine, and T. M. Kusuma, "Simple fingerprint minutiae extraction algorithm using crossing number on valley structure," *IEEE Work. Autom. Identif. Adv. Technol Proc.*, pp. 41-44, 2007, doi: 10.1109/AUTOID.2007.380590.

[16]

F. Santony, R. Devita, A.F. Hadi, and R.H. Zain, "Peningkatan Kualitas Citra Sidik Jari Dengan Algoritma Minutiae Extraction dan Learning Vector Quantization", vol. 13, no. 1, pp. 54-60, 2020.

[17]

A. Andreansyah, R. F. Gusa, and M. Jumnahdi, "Pengenalan Pola Sidik Jari Menggunakan Multi-Class Support Vector Machine," *Jurnal ELKHA*, vol. 11, no. 2, pp. 79-84, 2019.

[18]

E.Nugroho "Biometrika mengenal sistem identifikasi masa depan, 2009.

[19]

D. Maltoni, D. Maio, A. K. Jain, and S. Prabhakar, "Handbook of Fingerprint Recognition," *Handb. Fingerpr. Recognit.*, 2009, doi: 10.1007/978-1-84882-254-2.

[20]

D. Putra, "Pengolahan Citra Digital", 2010.

[21]

Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung : Informatika.

[22]

O. H. Saputra., 2011. *Teknik Ekstraksi Minutiae Untuk Sistem Verifikasi Keaslian Sidik Jari* [Tesis]. Surabaya (ID): Institut Teknologi Sepuluh November.

[23]

A. Kaur, "Minutiae Extraction and Variation of Fast Fourier Transform on Fingerprint Recognition," *International Journal of Engineering Research and General Science*, vol. 2, no. 6, pp. 72-84, 2014.

[24]

R. Bansal, P. Sehgal, and P. Bedi, "Minutiae Extraction from Fingerprint Images - a Review," *International Journal of Scientific Engineering and Science*, vol. 8, no. 5, pp. 74-85, 2011, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1201.142>.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

13

16

17

18

19

20

21

22

23

24

2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

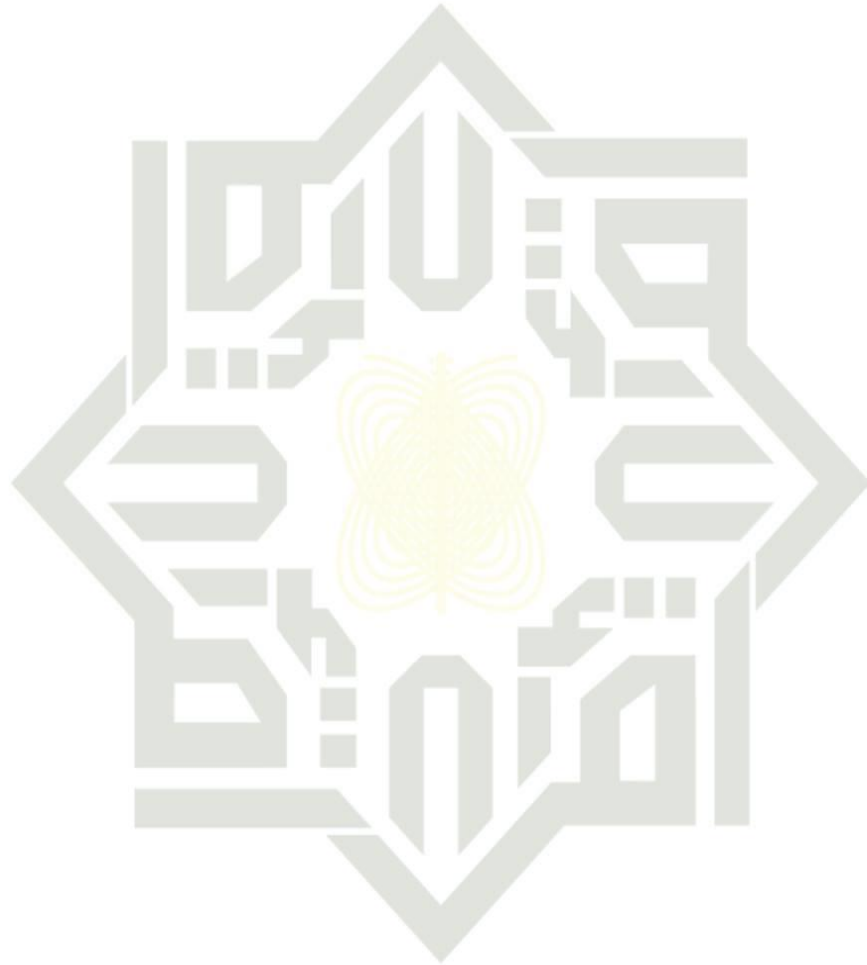
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

M. Y. Darsyah, "Penggunaan Stem and Leaf dan Boxplot untuk Analisis Data," *J. Pendidik. Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 55–67, 2014, [Online]. Available: <http://103.97.100.145/index.php/JPMat/article/view/1045/1093>

Montgomery, Douglas C. 2005. *Introduction to : Statistical Quality Control (5 th ed.)*. Canada : John Wiley & Sons, Inc

Cahyono, "Penggunaan Software Matrix Laboratory (MATLAB) Dalam Pembelajaran Aljabar Linier," *Jurnal Pheno*

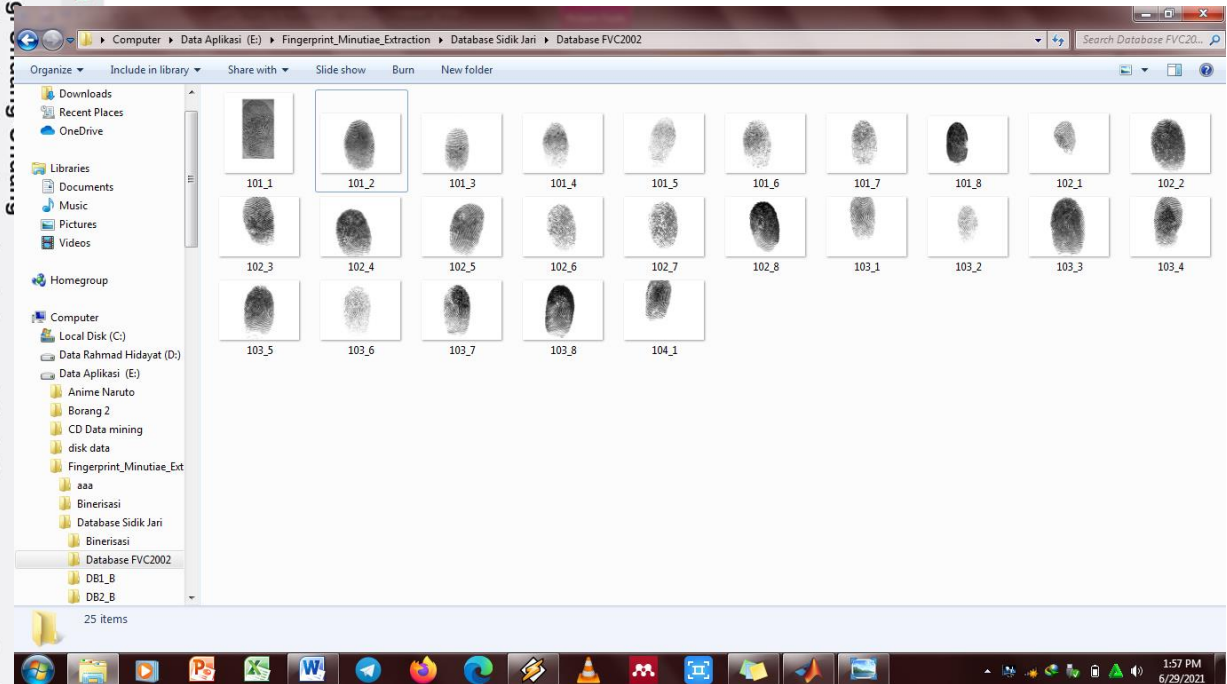


UIN SUSKA RIAU

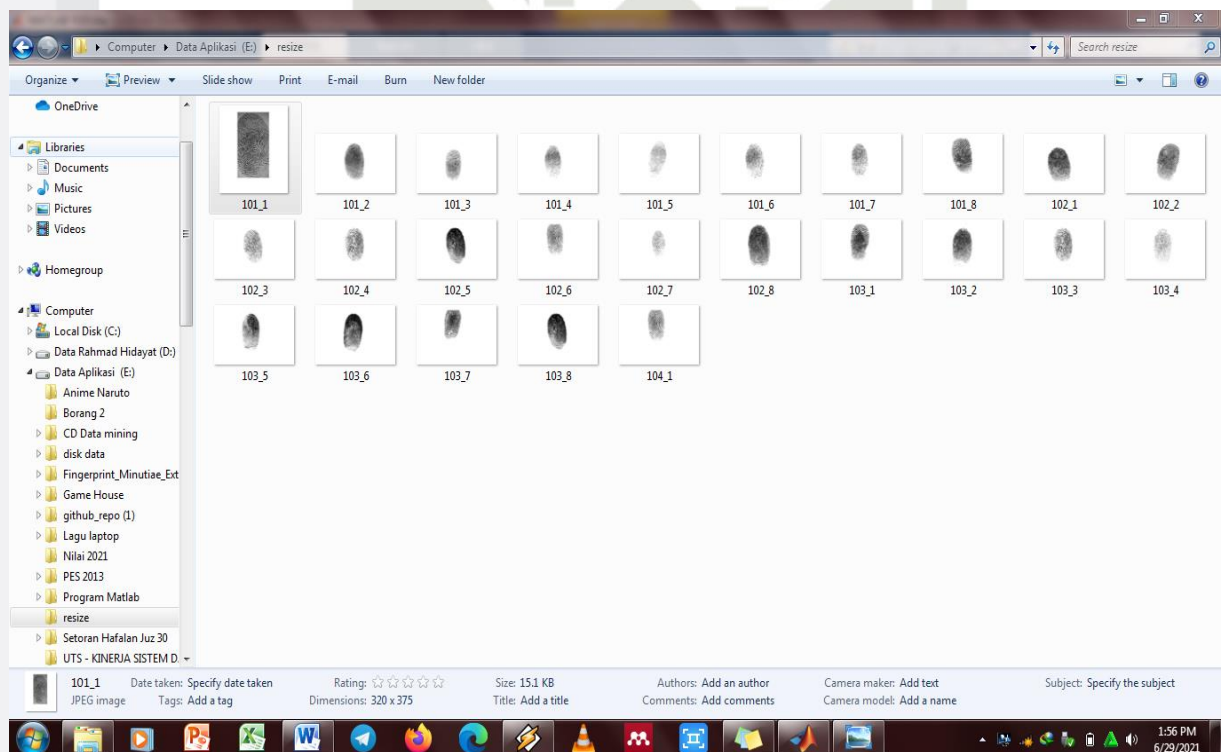
LAMPIRAN A

DATA SIDIK JARI X1500

A.1 Data Mentah Sidik Jari Mesin Absensi X1500

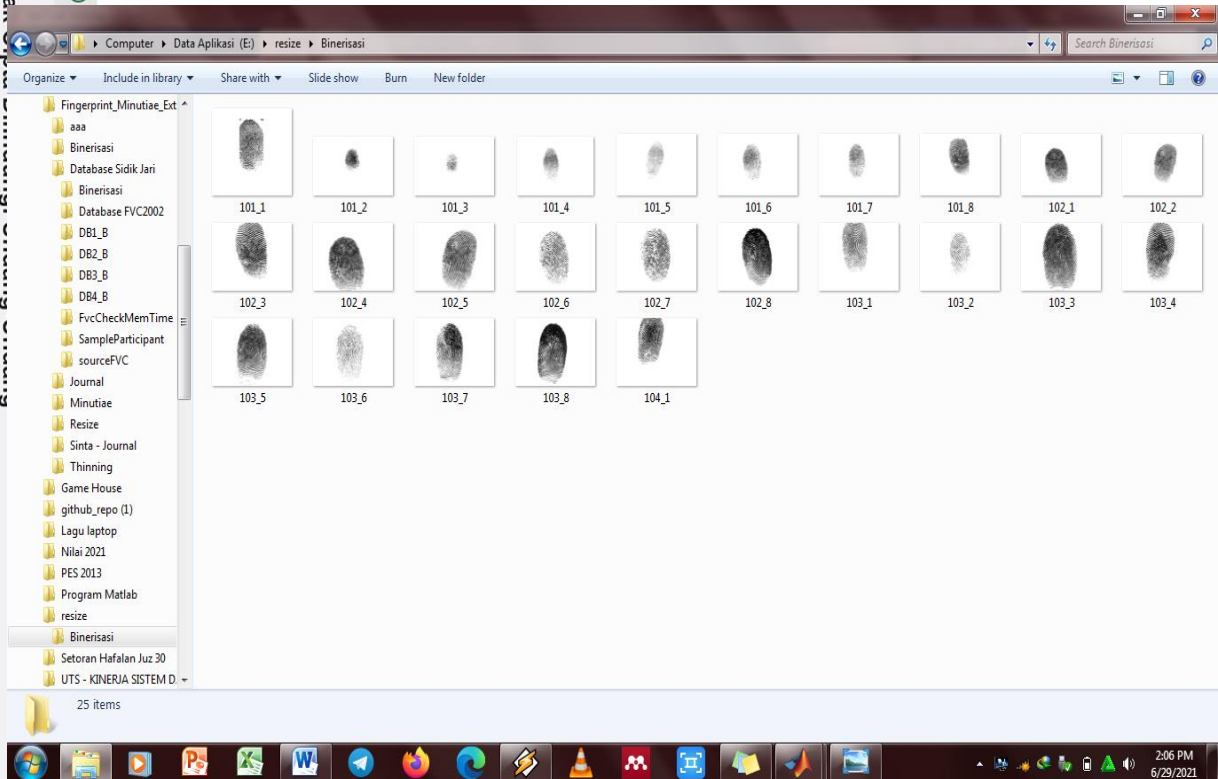


A.2 Pengolahan Data Resize Sidik Jari



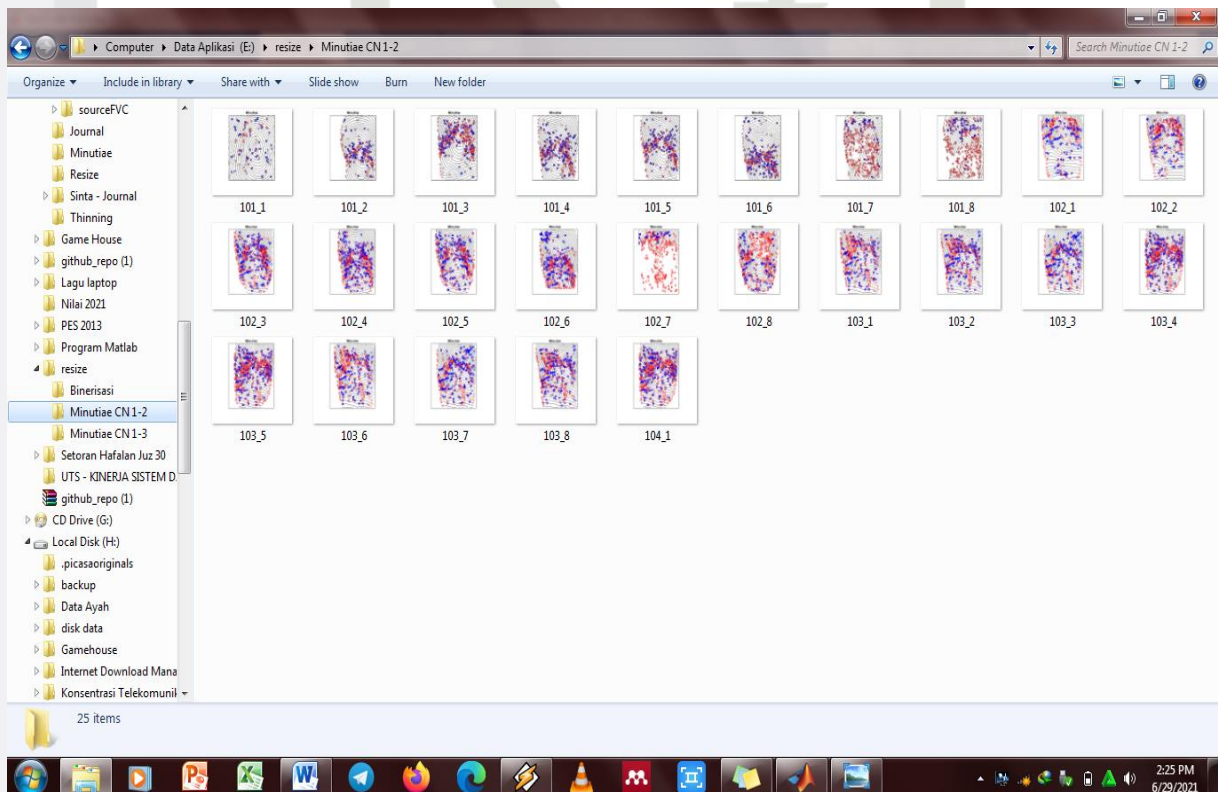
A.3 Pengolahan Data Binerisasi Sidik Jari

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



A.4 Pengolahan Data Minutiae Sidik Jari

1. Minutiae CN 1-2



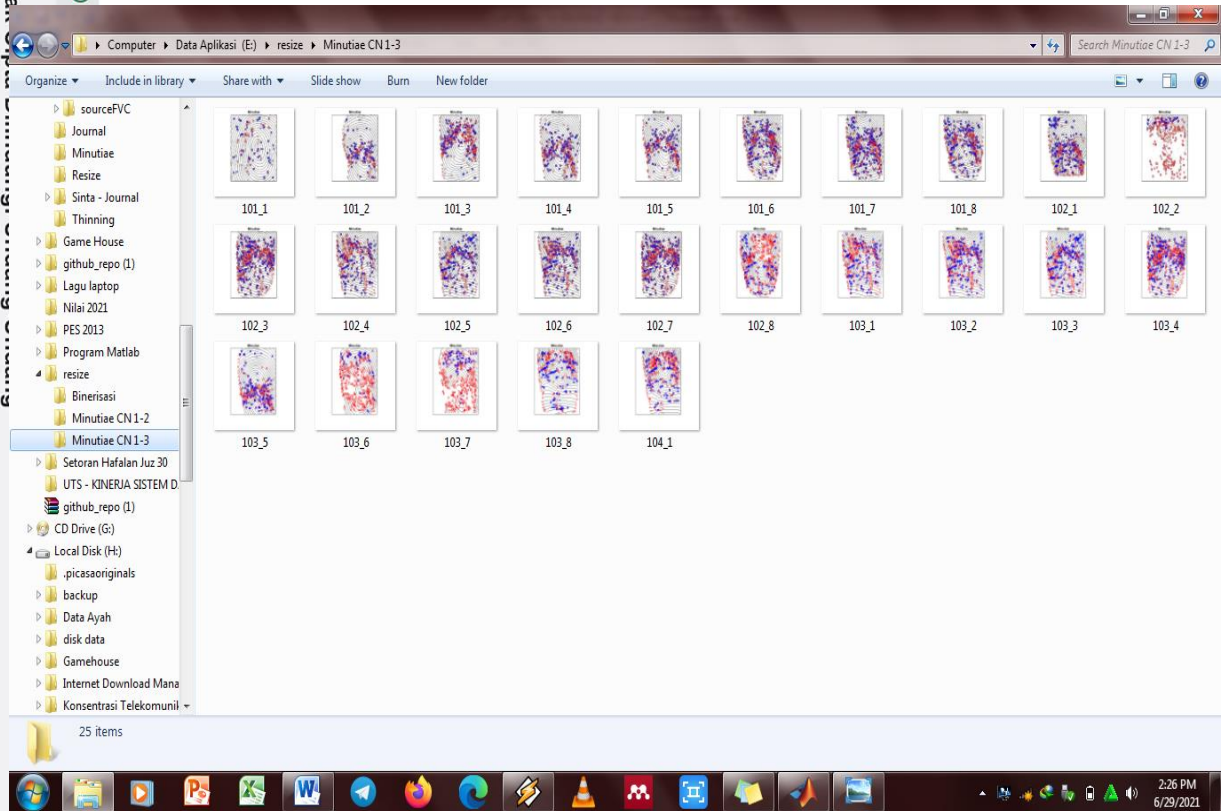
2. Minutiae CN 1-3

HASIL PENGOLAHAN DATA CROSSING NUMBER

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



A.5 Pengolahan Data Crossing Number

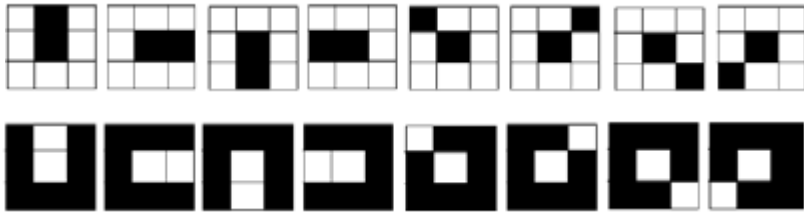
1. Model Crossing Number Metode Hit-Miss



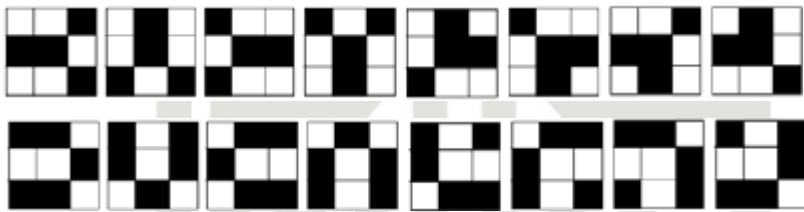
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Model Crossing Number Diintrepetasi Pixel Matrix 3x3



Crossing Number 1-2



Crossing Number 1-3

UIN SUSKA RIAU

LAMPIRAN B

DATA HASIL PERCOBAAN MINUTIAE

B.1 Data Percobaan Minutiae Pada Sampel 5 Sidik Jari

Image	CN 1-2				CN 1-3				Validation	
	ME		Manual		ME		Manual		CN 1-2	CN 1-3
	BF	REP	BF	REP	BF	REP	BF	REP		
1	43	56	64	68	43	47	54	57	75%	81.1%
2	49	81	72	112	22	27	56	62	70.7%	41.5%
3	43	56	66	80	35	30	54	66	67.8%	54.2%
4	45	72	49	81	37	45	63	64	90%	64.6%
5	21	50	66	80	29	32	70	82	48.6%	40.1%
Rata-Rata	40.2%	63%	63.4%	84.2%	33.2%	36.2%	59.4%	66.2%	70.4%	56.3%

B.2 Data Percobaan Minutiae Pada Sampel 15 Sidik Jari

Image	CN 1-2				CN 1-3				Validation	
	ME		Manual		ME		Manual		CN 1-2	CN 1-3
	BF	REP	BF	REP	BF	REP	BF	REP		
1	54	63	70	82	32	40	57	67	77.0%	58.1%
2	43	56	64	68	43	47	54	57	75.0%	81.1%
3	49	81	72	112	22	27	56	62	70.7%	41.5%
4	43	56	66	80	35	30	54	66	67.8%	54.2%
5	45	72	49	81	37	45	63	64	90.0%	64.6%
6	21	50	66	80	29	32	70	82	48.6%	40.1%
7	43	56	64	68	28	32	52	144	75.0%	30.6%
8	35	39	50	54	31	41	63	70	71.2%	54.1%
9	32	43	63	64	35	45	72	125	59.1%	40.6%
10	54	34	50	54	63	38	64	68	84.6%	76.5%
11	35	60	54	66	35	60	45	72	79.2%	81.2%
12	43	56	63	64	40	61	66	80	78.0%	69.2%
13	54	63	70	82	54	63	70	114	77.0%	63.6%

14	49	81	61	139	21	50	50	60	65.0%	64.5%
15	43	56	72	112	43	56	80	100	53.8%	55.0%
Rata-Rata	42.86%	57.73%	62.26%	82.06%	36.53%	44.46%	61.06%	88.48%	71.5%	58.3%

B.3 Data Percobaan Minutiae Pada Sampel 25 Sidik Jari

Image	CN 1-2				CN 1-3				Validation	
	ME		Manual		ME		Manual		CN 1-2	CN 1-3
	BF	REP	BF	REP	BF	REP	BF	REP		
1	20	25	72	112	20	25	72	112	24.5%	24.5%
2	35	39	68	92	35	39	68	92	46.3%	46.3%
3	49	81	61	139	49	81	61	139	65.0%	65.0%
4	54	63	66	80	32	43	50	54	80.1%	72.1%
5	35	60	45	72	40	63	81	129	81.2%	49.0%
6	40	61	66	80	39	48	81	90	69.2%	50.9%
7	54	63	70	114	35	49	57	81	63.6%	60.9%
8	21	50	72	112	32	52	64	68	38.6%	63.6%
9	43	56	68	92	19	23	29	52	61.9%	51.9%
10	32	43	61	139	40	43	54	58	37.5%	74.1%
11	54	63	70	82	32	40	57	67	77.0%	58.1%
12	43	56	64	68	43	47	54	57	75.0%	81.1%
13	49	81	72	112	22	27	56	62	70.7%	41.5%
14	43	56	66	80	35	30	54	66	67.8%	54.2%
15	45	72	49	81	37	45	63	64	90.0%	64.6%
16	21	50	66	80	29	32	70	82	48.6%	40.1%
17	43	56	64	68	28	32	52	144	75.0%	30.6%
18	35	39	50	54	31	41	63	70	71.2%	54.1%
19	32	43	63	64	35	45	72	125	59.1%	40.6%
20	54	34	50	54	63	38	64	68	84.6%	76.5%
21	35	60	54	66	35	60	45	72	79.2%	81.2%
22	43	56	63	64	40	61	66	80	78.0%	69.2%
23	54	63	70	82	54	63	70	114	77.0%	63.6%
24	49	81	61	139	21	50	50	60	65.0%	64.5%

25	43	56	72	112	43	56	80	100	53.8%	55.0%
Rata-Rata	41.04%	56.2%	63.32%	89.52%	35.56%	45.32%	61.32%	84.24%	65.6%	57.3%

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN C

ALGORITMA PROGRAM MATLAB

C.1 Proses Resize

```
I = imread('101_1.jpg');
J = imresize(I, 0.5);
figure, imshow(I), figure, imshow(J)
```

C.2 Proses Binerisasi

```
b=imread('101_1.jpg');
bw=im2bw(b,150/255);
imshow(bw1);
title('sidik jari biner threshold 150');
imwrite(bw1,'bv1.bmp');
```

C.3 Proses Thinning

```
t=imread('101_1.jpg');
thin_img=~bwmorph(t,'thin',Inf);
imshow(thin_img);
title('Thinned Image');
imwrite(thin_img,'tv1.bmp');
```

C.4 Minutiae Extraction

```
%Program for Fingerprint Minutiae Extraction

%Read Input Image
binary_image=im2bw(imread('101_1.jpg'));

%Small region is taken to show output clear
binary_image = binary_image(120:400,20:250);
figure,imshow(binary_image);title('Input image');

%Thinning
thin_image=~bwmorph(binary_image,'thin',Inf);
figure,imshow(thin_image);title('Thinned Image');

%Minutiae extraction
s=size(thin_image);
N=s(2)%window size
n=(N-1)/2;
r=s(1)+2*n;
c=s(2)+2*n;
double temp(r,c);
temp=zeros(r,c);bifurcation=zeros(r,c);ridge=zeros(r,c);
temp((n+1):(end-n),(n+1):(end-n))=thin_image(:,:);
outImg=zeros(r,c,3);%For Display
outImg(:,:,1) = temp .* 255;
outImg(:,:,2) = temp .* 255;
```



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

outImg(:,:,3) = temp .* 255;
for x=(n+1+10):(s(1)+n-10)
    for y=(n+1+10):(s(2)+n-10)
        e=1;
        for k=x-n:x+n
            f=1;
            for l=y-n:y+n
                mat(e,f)=temp(k,l);
                f=f+1;
            end
            e=e+1;
        end;
        if(mat(2,2)==0)
            ridge(x,y)=sum(sum(~mat));
            bifurcation(x,y)=sum(sum(~mat));
        end
    end;
end;

% RIDGE END FINDING
[ridge_x ridge_y]=find(ridge==2);
len=length(ridge_x);
%For Display
for i=1:len
    outImg((ridge_x(i)-3):(ridge_x(i)+3),(ridge_y(i)-3),2:3)=0;
    outImg((ridge_x(i)-3):(ridge_x(i)+3),(ridge_y(i)+3),2:3)=0;
    outImg((ridge_x(i)-3),(ridge_y(i)-3):(ridge_y(i)+3),2:3)=0;
    outImg((ridge_x(i)+3),(ridge_y(i)-3):(ridge_y(i)+3),2:3)=0;

    outImg((ridge_x(i)-3):(ridge_x(i)+3),(ridge_y(i)-3),1)=255;
    outImg((ridge_x(i)-3):(ridge_x(i)+3),(ridge_y(i)+3),1)=255;
    outImg((ridge_x(i)-3),(ridge_y(i)-3):(ridge_y(i)+3),1)=255;
    outImg((ridge_x(i)+3),(ridge_y(i)-3):(ridge_y(i)+3),1)=255;
end

%BIFURCATION FINDING
[bifurcation_x bifurcation_y]=find(bifurcation==4);
len=length(bifurcation_x);
%For Display
for i=1:len
    outImg((bifurcation_x(i)-3):(bifurcation_x(i)+3),(bifurcation_y(i)-
        3),1:2)=0;
    outImg((bifurcation_x(i)-
        3):(bifurcation_x(i)+3),(bifurcation_y(i)+3),1:2)=0;
    outImg((bifurcation_x(i)-3),(bifurcation_y(i)-
        3):(bifurcation_y(i)+3),1:2)=0;
    outImg((bifurcation_x(i)+3),(bifurcation_y(i)-
        3):(bifurcation_y(i)+3),1:2)=0;

    outImg((bifurcation_x(i)-3):(bifurcation_x(i)+3),(bifurcation_y(i)-
        3),3)=255;
    outImg((bifurcation_x(i)-
        3):(bifurcation_x(i)+3),(bifurcation_y(i)+3),3)=255;
    outImg((bifurcation_x(i)-3),(bifurcation_y(i)-
        3):(bifurcation_y(i)+3),3)=255;
    outImg((bifurcation_x(i)+3),(bifurcation_y(i)-
        3):(bifurcation_y(i)+3),3)=255;
end

```




C.5 Proses Crossing Number

```
figure;imshow(outImg);title('Minutiae');

binary_image=im2bw(imread('input_1.tif'));
%% skeleton
skel_image=~bwmorph(binary_image,'skel',Inf);
figure;imshow(skel_image);title('Skeleton Image');

inv_skel_image = 1-skel_image;
figure;imshow(inv_skel_image);title('Inverse Skeleton Image');

test_inv_img = inv_skel_image;

%% crossing number
[r,c]=size(test_inv_img);

CN_Count = zeros(r,c);
CI = zeros(r, c, 3);
e = 1;
CN_4 = 0;
for i=2:r-1
    for j=2:c-1

        Sub_Image = test_inv_img(i-1:i+1,j-1:j+1);

        if(Sub_Image(2,2) == 1)
            CN_Count(i,j) = sum(Sub_Image(:));
            CN = CN_Count(i,j);
            if CN == 1 % Isolated
                CI(i, j, 1) = 255; % white
                CI(i, j, 2) = 255;
                CI(i, j, 3) = 255;
            end
            if CN == 2 % Ending
                % find co-ordinates of ending
                Ending(e,1) = i;
                Ending(e,2) = j;
                e = e+1;
                CI(i, j, 2) = 255; % GREEN
            end
            if CN == 3 % Continue
                CI(i, j, 3) = 255; % BLUE
            end
            if CN == 4 % Bifurcation
                if((Sub_Image(2,1)==1) && (Sub_Image(1,3)==1) &&
                (Sub_Image(3,3)==1))
                    CI(i, j, 1) = 255; %RED
                elseif((Sub_Image(1,2)==1) && (Sub_Image(3,1)==1) &&
                (Sub_Image(3,3)==1))
                    CI(i, j, 1) = 255; %RED
                elseif((Sub_Image(1,1)==1) && (Sub_Image(1,3)==1) &&
                (Sub_Image(2,3)==1))
```



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

```

        CI(i, j, 1) = 255; %RED
    elseif ((Sub_Image(1,1)==1) && (Sub_Image(1,3)==1) &&
        (Sub_Image(3,2)==1))
        CI(i, j, 1) = 255; %RED
    else
        CN_4 = CN_4 + 1;
    end
end

if CN == 5 % CROSSING
    CI(i, j, 1) = 255; %pink
    CI(i, j, 2) = 255;
    CI(i, j, 3) = 0;
end

end
end
imtool(CI, []);

%% To find coordinates using color codes
% All 3 planes values
R_Plane=CI(:,:,1);
G_Plane=CI(:,:,2);
B_Plane=CI(:,:,3);

% [j1,j2]=find(Mask_End);

% find co-ordinates of Ending using color codes
Mask_End = (R_Plane==0) & (G_Plane==255) & (B_Plane==0);
[Ending1(:,1),Ending1(:,2)]=find(Mask_End);

% find co-ordinates of Bifurcation using color codes
Mask_Bif = (R_Plane==255) & (G_Plane==0) & (B_Plane==0);
[Bif1(:,1),Bif1(:,2)]=find(Mask_Bif);
    
```

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Rahmad Hidayat, Lahir di Padang Panjang 04 Desember 1999 merupakan anak pertama dari dua bersaudara, anak dari pasangan Arnadi S.Pd dan Asrawati S.Ag yang beralamat di Jalan Satria Gg. Ubudiyah Kelurahan Bambu Kuning, Kecamatan Tenayan Raya, Kota Pekanbaru Provinsi Riau. Penulis menempuh pendidikan di SD Negeri 013 Pekanbaru dan lulus pada tahun 2011, selanjutnya penulis meneruskan pendidikan di SMP Negeri 11 Pekanbaru dan lulus pada

tahun 2014, selanjutnya penulis meneruskan pendidikan di SMA Negeri 06 Pekanbaru dan lulus pada tahun 2017, dan melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Teknik Elektro konsentrasi Telekomunikasi dan lulus pada tahun 2021.

Dengan karunia Allah SWT, ketekunan serta rasa motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan tugas akhir ini, semoga dengan penulisan tugas akhir ini mampu memberikan manfaat untuk siapa saja yang membutuhkannya.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas terselesaikannya tugas akhir yang berjudul **“Komparasi Crossing Number 1-3 Terhadap 1-2 Untuk Mendeteksi Ridge dan Bifuraction Menggunakan Algoritma Minutiae Detection”**.

UIN SUSKA RIAU

Nomor handphone 0813-3810-1402

E-Mail 11750514767@student.uin-suska.ac.id

Judul Tugas Akhir “Komparasi Crossing Number 1-3 Terhadap 1-2 Untuk Mendeteksi Ridge dan Bifuraction Menggunakan Algoritma Minutiae Detection”